PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH
CENTRALNEGO ZARZĄDU ENERGETYKI, CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU MASZYN ELEKTRYCZNYCH
CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU KABLOWEGO

ROK XXVII **ZESZYT 4/5/6** **21. VI. 1951**

Wydrukowano
24. VII. 51

Umiejętności dopotąd są jeszcze próżnym wynalazkiem, może czczym tylko rozumu wywodem albo próżniactwa zabawą, dopokąd nie są zastosowane do użytku narodów.

Stanisław Staszic

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZN

Rok XXVII, z. 4/5/6
21 czerwca 1951 r.

XXVII-й год, вып. 4/5/6
21 июня 1951 г.

Vol. XXVII, No 4/5/6
June 21, 1951

Année XXVII, fasc. 4/5/(
le 21 juin 1951

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH
CENTRALNEGO ZARZĄDU ENERGETYKI, CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU MASZYN ELEKTRYCZNYCH,
CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU KABLOWEGO

Redaktor naczelny inż. Tadeusz Czaplicki. — Redaktorzy działowi inżynierowie: Stanisław Andrzejewski, Janusz Gniewiewski, Leszek Zienkowski, Tadeusz Żarnecki

Rok XXVII Warszawa, 21 czerwca 1951 r. Zeszyt 4/5/6

KRONIKA

LXIV. Pilne zadania techniki w wykonaniu Planu 6-letniego.

Referat wicepremiera H. Minca na VI Plenum KC PZPR dobitnie podkreślił konieczność pilnego rozwiązania przez świat techniczny szeregu zagadnień natury techniczno-gospodarczej dla pomyślnego wykonania Planu 6-letniego.

Pierwszy rok planu, rok 1950, dał wzrost wartości naszej produkcji przemysłowej w stosunku do wyników 1949 r. o 30,8% (w 1949 r. wzrost w porównaniu z 1948 r. wyniósł 25,5%). Jednak w podstawowej gałęzi naszego przemysłu, mianowicie w przemyśle węglowym, osiągnięto w 1950 r. wzrost produkcji tylko 5%. Znaczniejsze zwiększenie produkcji węgla już w 1951 r. jest więc zagadnieniem pilnym.

Udział gospodarki socjalistycznej w ogólnej wartości produkcji przemysłowej polskiej wyniósł w 1950 r. 94%.

Produkcja nasza obliczona na 1 mieszkańca była w 1950 r. 3,15 razy większa niż w 1938 r.

Obraz porównawczy polskiej produkcji przemysłowej w stosunku do produkcji dwu obcych krajów przed wojną i obecnie jest następujący:

	Polska	Francja	Włochy
1938 r.	1	4,8	2,4
1950 r.	1	1,8	0,8

Przeciętna płaca realna pracownika najemnego wzrosła u nas w 1950 r. w porównaniu z 1949 r. o 6%, wzrost zaś w stosunku do przeciętnej płacy przedwojennej wyniósł 35%.

Liczba pracowników w administracji państwowej i w całości gospodarki socjalistycznej osiągnęła w 1950 r. 4,7 mln. osób; wzrost jej w stosunku do 1949 r. wyniósł 17%.

Długi łańcuch inwestycji, które będą zakończone w 1951 r., a których łączna wartość wyniesie ok. 8,9 mlrd. zł, będzie poważnym krokiem na drodze rozwoju naszej wytwórczości przemysłowej. Przybędą nam nowe piece koksownicze, nowa stalownia, nowa wielka cementownia, nowe fabryki chemiczne i włókiennicze, fabryki urządzeń przemysłowych. W nowoczesne urządzenia będą zaopatrzone przemysły: maszynowy, górniczy, cynkowy. Energetyka uzyska nową elektrownię cieplną w Jaworznie i nową elektrownię wodną w Dychowie; ponadto szereg dawnych elektrowni parowych otrzyma nowe zespoły turbinowe.

Od świata technicznego państwo oczekuje wykonania Planu 6-letniego przy jednoczesnym obniżeniu kosztów produkcyjnych.

Wyposażenie przemysłu w dodatkowe i to nowoczesne urządzenia i maszyny, lepsze wyzyskanie istniejących urządzeń i maszyn, okresowe zapobiegawcze remonty oto pierwsze środki, wiodące do pomyślnego wykonania Planu 6-letniego.

Wprowadzenie nowoczesnych metod pracy technicznej, ściśle związane z punktem poprzednim, będzie dalszym krokiem ku osiągnięciu postawionego celu. Wymienić tu można dla przykładu mechanizację transportu i w ogóle mechanizację pracy, produkcję potokową, szybkościowe skrawanie, szersze stosowanie spawania zamiast nitowania, nowe sposoby ostrzenia narzędzi, metalizację natryskową i inne metody, sprowadzające prawdziwy przewrót w dzisiejszej produkcji.

Wreszcie jako środki, mogące zapewnić wykonanie Planu, należy wymienić jeszcze udoskonalenie organizacji kierownictwa gospodarczego; rozszerzenie normalizacji, połączonej z możliwie daleko posuniętą redukcją wytwarzanych typów i wymiarów; popieranie wynalazczości, racjonalizatorstwa, współzawodnictwa w pracy, pomysłów oszczędnościowych itd.

Co do obniżki kosztów własnych, która według planu ma w 1951 r. wynieść w przemyśle wielkim i średnim 6,1% w stosunku do kosztów 1950 r., to będzie ona osiągnięta przez obniżkę kosztów zarówno osobowych, jak i materiałowych. Tu godzi się przypomnieć, że uchwała rady ministrów sprzed 2 lat o wprowadzeniu planowego systemu oszczędzania [Kr. XLVI], która wszak wciąż obowiązuje, w wyczerpującej formie podaje drogi, którymi można osiągnąć redukcję wydatków.

Obniżkę osobowych kosztów produkcji sprowadzają automatycznie te wszystkie środki spotęgowania produkcji, które są połączone ze wzrostem wydajności pracy.

W zakresie zmniejszenia kosztów materiałowych plan na 1951 r. daje szereg wyraźnych wskazówek. W szczególności w dziedzinie, która nas tutaj interesuje bliżej, plan przewiduje np. zmniejszenie w elektrowniach zużycia węgla na 1 kWh o 6,5%. Przemysł elektrotechniczny i energetyka mają obowiązek ograniczania zużycia metali kolorowych (miedź, aluminium, cyna, ołów) jako deficytowych. Również obowiązuje oszczędne zużycie wyrobów hutniczych, unikanie zbytku w budownictwie pod względem zarówno wykonania, jak i wymiarów.

Takie są dziś pokrótce i w ogólnej formie ujęte (i oczywiście niekompletne) pilne zadania w pracy polskiego świata technicznego w związku z wykonaniem Planu 6-letniego. Bliższe skonkretyzowanie zadań elektryków polskich specjalnie w zakresie potrzeb naszego przemysłu elektrotechnicznego znajdujemy w artykule prezesa SEP kol. T. Żarneckiego*). Podane tam są liczne przykłady możliwości zmodernizowania stosowanej dziś u nas w tej dziedzinie techniki.

Zagadnieniem realizacji wytycznych VI Plenum KC PZPR w dziedzinie wykonania Planu 6-letniego, wytycznych z zakresu unowocześnienia techniki polskiej, zajęła się Naczelna Organizacja Techniczna łącznie ze wszystkimi zrzeszonymi w niej stowarzyszeniami technicznymi. Uchwała NOT z dn. 20 lutego r. b. stwierdza, że zgodnie z powyższymi wytycznymi na inteligencję techniczną spadają „szczególne obowiązki w dziedzinie podniesienia poziomu techniki polskiej i upowszechnienia przodujących metod pracy; dlatego też inżynierowie i technicy muszą w jeszcze większym stopniu wziąć czynny i bezpośredni udział w ruchu współzawodnictwa i racjonalizacji pracy, w upowszechnieniu przodujących metod produkcji, szeroko korzystając z doświadczeń techniki radzieckiej" **).

W ten sposób nastąpiła mobilizacja wszystkich naszych stowarzyszeń technicznych do szybkiego unowocześnienia polskiej techniki we wszystkich jej gałęziach. Stowarzyszenie Elektryków Polskich podjęło niezwłocznie prace w tym kierunku, powołując osobną komisję do spraw realizacji postępu technicznego ***). Nacisk położono między

*) Żarnecki T. Stowarzyszenie Elektryków Polskich powinno stać się pionierem nowej socjalistycznej techniki (PE, 1951, z. 1/2/3, str. 2).
**) Por. PE, 1951, z. 1/2/3, str. 127.
***) Ob. komunikat Komisji w niniejszym zeszycie (str. 205).

innymi na rozwój współzawodnictwa i wynalazczości pracowniczej *), na organizowanie kursów doskonalenia zawodowego dla techników i inżynierów praktyków ze specjalnym uwzględnieniem zagadnień postępu technicznego, na ścisłe związanie tematyki organizowanych przez SEP konferencji technicznych [Kr. LXI] z konkretnymi potrzebami naszej gospodarki, wreszcie na informowanie ogółu elektryków za pośrednictwem czasopism technicznych o przebiegu całej akcji unowocześnienia polskiej techniki i rozwinięcie dyskusji na ten temat.

Tadeusz Czaplicki

*) Por. wytyczne NOT w tej kwestii na str. 206 niniejszego zeszytu.

PROF. DR J. I. SKOWROŃSKI

Materiały elektrotechniczne w planie 6-letnim*)

Treść. Przegląd ważniejszych surowców potrzebnych w przemyśle elektrotechnicznym oraz zagadnień, które są dziś związane z ich stosowaniem. Omówione są metale przewodowe i konstrukcyjne, materiały oporowe (metalowe i niemetalowe), materiały magnetyczne oraz izolacyjne wszelkich rodzajów.

Электротехнические материалы в связи с 6-летним планом. Обзор важнейших видов сырья необходимого для нужд электротехнической промышленности и нынешние проблемы, связанные с их применением. Обсуждаются вопросы, относящиеся к металлам для проводов и для электротехнических конструкций, к материалам большого сопротивления (металлическим и неметаллическим), к магнитным материалам и всем видам изоляционных материалов.

Electrical materials under the provisions of the Six-Year Plan. Review of the more essential raw materials required in the electrical engineering industry, as well as of the problems nowadays connected with their use. The article deals with conductor and constructional metals, resistance materials (metallic and non-metallic), magnetic and all kinds of insulating materials.

1. Uwagi ogólne.

Niespotykane w dziejach naszych tempo rozwoju gospodarczego, będącego treścią planu sześcioletniego, związane jest z olbrzymim zwiększeniem możliwości wytwórczych wszystkich dziedzin przemysłu. Rozwój ten musi opierać się na unowocześnieniu metod produkcji, na podniesieniu techniki. Jest to, oczywiście, związane z rozwojem mechanizacji, automatyzacji i elektryfikacji procesów wytwórczych, a wraz z tym z ogromnym wzrostem spożycia energii elektrycznej. Przed energetyką i elektrotechniką stoją wyjątkowo wielkie zadania. Ażeby energetyka była w stanie w 1955 roku wyprodukować potrzebnych 19,4 mlrd. kWh, nie tylko musi być zbudowana i uruchomiona odpowiednia moc w zespołach prądotwórczych, nie tylko muszą być rozbudowane sieci przesyłowe i rozdzielcze, ale również musi być wyprodukowana i zainstalowana znacznie od tamtej większa moc w odbiornikach.

Dlatego przed przemysłem elektrotechnicznym staje konieczność wnikliwej analizy obecnego stanu i naszych możliwości na tle wytkniętych zamierzeń planu.

Przemysł elektrotechniczny znajduje się w znacznie trudniejszym położeniu niż inne przemysły przetwórcze. Przede wszystkim surowce zużywane przez ten przemysł są bardzo liczne i rozmaitego pochodzenia, źródła ich — jeżeli chodzi o produkty krajowe — należą do innych działów gospodarki niż przemysł elektryczny (hutnictwo, włókiennictwo, papiernictwo, przemysł chemiczny, organiczny, ceramiczny itd.). Poza tym skala spożycia materiałów przez elektrotechnikę stoi w odwrotnym stosunku do wymagań, które są tym materiałom stawiane.

Wymagania od papieru lub lakieru stosowanego w elektrotechnice są bez porównania większe, niż od tych samych produktów używanych do innych celów, a spożycie do celów elektrotechnicznych stanowi zaledwie nikły procent produkcji całkowitej odpowiedniej gałęzi przemysłu. To samo mamy na przykład w dziedzinie spożycia blach magnetycznych — w porównaniu z całkowitą produkcją blachy żelaznej; porcelany elektrotechnicznej — w porównaniu z całą wytwórczością przemysłu ceramiki i materiałów ogniotrwałych itd. Prowadzi to do nieznośnego zjawiska, że materiał elektrotechniczny traktowany jest przez wytwórcę jako produkt uboczny, wytwarzany w warunkach nie najwłaściwszych dla potrzeb elektrycznych, lecz wynikających z wymagań dla produkcji zasadniczej, przeważającej ilościowo. Wymagania elektrotechnika z tych względów niejednokrotnie traktowane są zupełnie bez zrozumienia i lekceważąco. Istnieje w niektórych gałęziach przemysłu tendencja do zmiany na lepsze — przynajmniej w świadomości kierowników, ale do radykalnej poprawy jeszcze daleko.

Tymczasem nie możemy czekać. Realizacja planu sześcioletniego oparta jest co najmniej w równej mierze na podwyższeniu jakości technologii, jak na wzroście ilości materiałów. Ażeby jednak dążyć do poprawy, musimy uświadomić sobie, jakie wymagania mamy postawić i jakie warunki możemy przyjąć, jakie są nasze potrzeby, a jakie są możliwości przemysłów surowcowych. Prócz tego musimy sobie zdać sprawę z ważności poszczególnych zagadnień, ustalić hierarchię potrzeb, aby postęp techniczny odbywał się przy możliwie najmniejszych i celowo przeznaczanych nakładach.

Dokonamy poniżej próby przeglądu ważniejszych surowców przemysłu elektrotechnicznego i tych zagadnień, które wysuwają się na czoło w związku z ich użytkowaniem w obecnych warunkach. Zdając sobie sprawę z trudności wszechstronnego i wyczerpującego naświetlenia poruszanych zagadnień, wymagających współpracy wielu specjalistów i instytucji zainteresowanych, spróbujemy wyliczyć te problemy surowcowe, których rozwiązania wymaga od przemysłu elektrotechnicznego realizacja planu sześcioletniego.

Wypowiedzi zawarte tu są wyrazem poglądów autora i mają przede wszystkim służyć za materiał do dyskusji.

Trudno, oczywiście, w ramach jednego referatu objąć wszystkie zagadnienia związane z materiałami elektrotechnicznymi w planie sześcioletnim. Elektrotechnika korzysta z ogromnej liczby surowców. Mało jest materiałów, które by nie miały jakiegoś zastosowania w elektrotechnice. Niemal wszystkie trwałe pierwiastki z tablicy Mendelejewa mają pewne znaczenie jako materiały elektrotechniczne, poczynając od wodoru do chłodzenia generatorów, kończąc na uranie używanym na materiały półprzewodzące *termistory*. Nie chodzi nam w tej chwili o wyliczanie, co i jakie znaczenie będzie miało dla przemysłu elektrotechnicznego w planie sześcioletnim; zależy nam przede wszystkim na poruszeniu najważniejszych i najpilniejszych zagadnień, na ustaleniu, co się wykonało, co się robi, a o czym należy pomyśleć. Podsumowanie wszystkich lub chociaż większości ważniejszych zagadnień razem zebranych ma to znaczenie, że pozwala zorientować się w realności zamierzonych poczynań, pozwala ustalić hierarchię ważności potrzeb, a — co za tym idzie — kolejność rozwiązywania. Można wyjaśnić i ustalić, co da się wykonać bezpośrednio własnymi siłami, a z czym powinniśmy zwrócić się o pomoc do krajów zaprzyjaźnionych. Nie obawiajmy się stwierdzić, że rozwiązanie niektórych zagadnień przekracza nasze obecne możliwości. Mamy drogę otwartą do czerpania z bogatych doświadczeń radzieckich czy to za pośrednictwem wszechstronnej literatury fachowej, czy w postaci doradztwa, czy przez uzyskiwanie pełnej dokumentacji technicznej. Najważniejsze jest uświadomienie sobie potrzeb, skonfrontowanie ich z możliwościami technicznymi i produkcyjnymi i tą drogą wyjaśnienie sposobu i kolejności rozwiązania.

Zwlekać dalej nie można. Jesteśmy spóźnieni w postępie o całe dziesięciolecia; musimy to nadrobić i to w najkrótszym czasie. Powinniśmy podchwycić hasło postępu

*) Referat wstępny, wygłoszony na I Konferencji Materiałoznawstwa Elektrotechnicznego we Wrocławiu 3—5 kwietnia 1951 r.

technicznego i oszczędności rzucone przez wicepremiera Minca na VI Plenum KC PZPR.: „Ci kierownicy partyjni i gospodarczy, którzy sądzą, że można realizować coraz trudniejsze zadania planu 6-letniego bez studiowania zagadnień nowej techniki i bez uporczywego wprowadzania jej w życie, — ci kierownicy partyjni i gospodarczy, którzy sądzą w szczególności, że można to robić w r. 1951, mylą się gruntownie i są skazani na beznadziejne pozostanie w tyle".

2. Metale przewodowe i konstrukcyjne.

Przewidywana w końcu planu sześcioletniego produkcja miedzi z własnych złóż w ilości 25 tysięcy ton pokryje nasze zapotrzebowanie zaledwie w części. Surowiec ten będzie zawsze u nas deficytowy. Stosowanie miedzi musi być ograniczone wyłącznie do przypadków rzeczywiście nieodzownej konieczności; musimy liczyć się z tym, że każdy kilogram miedzi niepotrzebnie zainstalowany jest pozbawieniem państwa pewnej ilości dewiz. Tymczasem jeszcze za dużo miedzi stosuje się w przemyśle elektrotechnicznym.

Plan sześcioletni przewiduje budowę huty aluminium, opartej na boksytach z krajów demokracji ludowej. Nie jest wykluczone, że w przyszłości przynajmniej częściowo można będzie korzystać z surowców krajowych. Obecnie stosujemy aluminium ze Związku Radzieckiego lub krajów demokracji ludowej. Musimy więc uznać je za podstawowy materiał przewodowy.

Należy zrewidować przepisy dotyczące stosowania miedzi i wprowadzić aluminium i jego stopy, a nawet żelazo i stopy cynku jako metale przewodowe. Stosowanie miedzi jest w wielu przypadkach oparte na tradycji, z którą raz trzeba zerwać.

Nie stosuje się już miedzi na przewody napowietrzne w energetyce; zastąpiono ją aluminium lub w pewnych wypadkach stalą. Stosowanie aluminium na szyny zbiorcze spotyka się z oporem ze strony instalatorów. Obawy korozji są w przeważającej liczbie wypadków nieuzasadnione lub przesadzone, jeżeli nie popełnia się elementarnych błędów. Sprawa zacisków przeciwkorozyjnych Al-Cu jest u nas rozwiązana dobrze, sprawa złącz i zacisków w przemyśle instalacyjnym nie nastręcza wątpliwości. Zagadnienie spawania złącz w sieciach kablowych nie powinno być zasadniczą trudnością; jest to tylko kwestia odpowiedniego przeszkolenia personelu.

Zapoczątkowane próby wykonywania instalacji wnętrzowych z przewodów aluminiowych powinny dostarczyć doświadczenia do opracowania przepisów, wprowadzających wyłączne stosowanie przewodów aluminiowych do zakładania na stałe w instalacjach wnętrzowych. Jedynie przewody giętkie do odbiorników ruchomych oraz przewody w wyjątkowo ciężkich warunkach (w kopalniach, na dźwigach portowych, na samochodach, samolotach) powinny być wykonywane z miedzi.

W sprzęcie instalacyjnym znaczne ilości stopów miedzi (blachy mosiężnej) mogą być zastąpione stalą do głębokiego tłoczenia (trzonki, oprawki, bezpieczniki). Zagadnienie zabezpieczenia od rdzewienia jest tu bardzo ważne, ale do pokonania. Ponieważ cynkowanie galwaniczne daje wyniki niedostateczne, zaleca się wprowadzenie kadmowania.

Zamiast stopów miedzi do odlewów wtryskowych należy wprowadzić próby ze stopami cynkowymi (oprawy bezpiecznikowe do większych prądów itp.).

W ogóle stosowaniu stopów cynku (tzw. „zamaków") należy poświęcić w elektrotechnice więcej uwagi zwłaszcza tam, gdzie nie zależy nam na wysokich własnościach mechanicznych, a mogą być wykorzystane dodatnie własności technologiczne tych stopów.

Pozostaje jeszcze dziedzina transformatorów i maszyn — najmocniej broniąca się przed stosowaniem aluminium. Wydaje się jednak, że do sprawy tej warto powrócić, gdyż nowe materiały izolacyjne pozwalają stosować wyższe przyrosty temperatur, a więc dopuszczają mniejszy wzrost przekroju przewodów aluminiowych w stosunku do miedzi obecnie stosowanej.

Do rozszerzanej w najbliższym czasie produkcji kondensatorów energetycznych, jak również telekomunikacyjnych potrzebne będą pokaźne ilości folii aluminiowej rolowanej. Będziemy domagali się, aby huty przystąpiły do produkcji tego artykułu, który dotychczas sprowadzany jest z zagranicy.

Jednym z metali spożywanych w dużych ilościach przez elektrotechnikę jest ołów. Jest to produkt krajowy, jednak niewystarczający ilościowo, zresztą jest materiałem eksportowym. Oszczędność ołowiu jest konieczna. Zużycie ołowiu do produkcji akumulatorów kwasowych nie da się praktycznie zredukować ani zastąpić. Przewidywane uruchomienie produkcji akumulatorów zasadowych może wpłynąć na ograniczenie wzrostu produkcji akumulatorów ołowiowych i przez to pewne ograniczenie — nie tyle spożycia, ile wzrostu spożycia ołowiu do tych celów. Natomiast w dziedzinie kabli spożycie ołowiu na powłoki musi znacznie wzrosnąć. Wraz z budową nowej kablowni wzrośnie produkcja kabli energetycznych do 22 tys. ton. Spożycie ołowiu na powłoki kablowe przy obecnych normach powinno wynieść ok. 10 tys. ton. Zastosowanie powłok z tworzyw, być może z aluminium, oraz zmniejszenie grubości powłok przez zastosowanie stopów np. Pb—Zn powinno pozwolić na obniżenie spożycia ołowiu w przemyśle kablowym co najmniej o 25%, tj. o 2—3 tysiące ton rocznie. Wysiłki w kierunku zmniejszenia ilości ołowiu w kablach, zwłaszcza przy zamierzonej produkcji kabli na najwyższe napięcia, należy popierać jeszcze dlatego, że pozwoli to przez obniżenie ciężaru metra bieżącego produkować dłuższe odcinki fabrykacyjne.

Z innych metali nieżelaznych powinniśmy dążyć do usunięcia z użycia cyny jako materiału wybitnie deficytowego w krajach demokracji ludowej. Używamy jej głównie do stopów ołowiu w kablach, do stopów miedzi, do cynowania przewodów miedzianych, na luty miękkie. Jedynie w ostatnim przypadku cyna jest trudna do zastąpienia. W innych istnieją sposoby jej wyeliminowania. Mamy podstawy przypuszczać, że wysiłki w tym kierunku pozwolą praktycznie usunąć cynę z przemysłu elektrotechnicznego.

Z metali trudnotopliwych najważniejsze są dla nas wolfram, chrom, nikiel i w mniejszych rozmiarach kobalt i molibden. Wszystkie są importowane, częściowo z krajów demokracji ludowej. Wśród nich nikiel jest metalem deficytowym i dlatego unikamy go, gdzie można, w dotychczasowych zastosowaniach, a więc na powłoki ochronne, na materiały oporowe, zastępując go tam chromem. Jedynie nie można zastąpić niklu w specjalnych materiałach magnetycznych twardych typu Al-Ni oraz miękkich typu „permalloy".

Byłoby rzeczą ważną wyjaśnić, czy uruchomiona w kraju produkcja „ferroniklu" może być wykorzystana do celów elektrotechnicznych, a więc na materiały magnetyczne specjalne, na materiały oporowe i stopy typu „invar" na bimetale.

Wolfram importowany do nas bądź jako metal w postaci drutu, bądź jako tlenek WO_3 jest przerabiany na styki do przekaźników itp. oraz na druciki żarowe. Należy tu szczególnie podkreślić wielki dorobek polskiego przemysłu, ponieważ w okresie międzywojennym były importowane z zagranicy zarówno styki, jak i skrętki żarówkowe pocięte.

Z wielkim zadowoleniem notujemy prace nad uruchomieniem i rozwojem metalurgii proszków. Zainteresowane tu są różne dziedziny przemysłu elektrotechnicznego. A więc możemy otrzymywać tą drogą materiały magnetyczne miękkie — na rdzenie do cewek i transformatorów w telekomunikacji, materiały na magnesy trwałe o najwyższej zdolności powściągającej, dalej materiały stykowe różnych typów oraz szczotki do maszyn elektrycznych, specjalne materiały oporowe, spiekane węgliki (sztuczny diament), spiekane stopy z różnych metali o najrozmaitszych właściwościach, wreszcie druty i blachy wolframowe i molibdenowe dla przemysłu lampowego.

Rozwój metalurgii proszków pozwoli niewątpliwie na rozciągnięcie metod spiekania na te dziedziny technologii, w których obecnie stosuje się inne metody, np. odlewanie, a także tam, gdzie zależy nam na czystości składu, dokładności wykonania lub na specjalnych właściwościach fizycznych. Pożądana jest z tego względu jak najżywsza współpraca przemysłu elektrotechnicznego przy realizacji i rozwoju technologii spieków.

3. Materiały oporowe (metalowe i niemetalowe).

W dziedzinie stopów oporowych mamy do zanotowania dorobek Instytutu Metalurgii oraz Huty Baildon. Osiągnięte — tymczasem na skalę półtechniczną — wyniki pozwalają rokować nadzieję, że w dziedzinie stopów oporowych możemy być całkowicie samowystarczalni.

Instytut Metalurgii im. Staszica w Gliwicach opracował stop pod nozwą „Inmet", odpowiadający charakterystyką manganinowi. Wyniki badania w GIEl wykazały, że pod względem współczynnika cieplnego oporności i siły termoelektrycznej w stosunku do miedzi stop ten posiada bardzo dobre własności. Jedynie sprawa starzenia naturalnego być może wymaga jeszcze czasu. Ponieważ ilości potrzebne tego typu materiałów są stosunkowo niewielkie, możliwe i pożądane jest zorganizowanie produkcji na skalę niewielką, półtechniczną.

W Hucie Baildon opracowano pod nazwą „baildonal" stopy do celów grzejnych i na opory techniczne zbliżone składem i wasnościami do „kanthalu" (żelazo-chrom-aluminium) z możliwością zastosowania do 1200°C oraz stopy chromoniklowe do niższych zakresów temperatur. Dotychczas mogą być wykonywane druty; produkcja taśm jeszcze nie jest opanowana. Powyższe materiały nie zawierają deficytowego niklu. Należy się spodziewać, że produkcja obu tych materiałów nie pozostanie tylko dorobkiem teoretycznym i że będą one wkrótce dostępne dla przemysłu elektrotechnicznego.

Materiały oporowe niemetalowe. Tu wchodzą w rachubę, jako najważniejsze i najpotrzebniejsze, pochodne węglika krzemu (karborundu), a mianowicie jako materiały na elementy grzejne do wysokich temperatur (sylit) oraz materiał na opory o zmiennej oporności do ochronników zaworowych. I tu znów mamy zagadnienie wielkości spożycia. Do produkcji elementów grzejnych potrzebny jest asortyment bardzo różnorodny, zapotrzebowanie zaś jest niewielkie, a produkcja trudna. Trudno przypuścić, aby było celowe pokrywanie zapotrzebowania krajowego z produkcji krajowej.

Co się tyczy oporów ochronnikowych, które są i będą produkowane w kraju, to zapotrzebowanie na karborund do tego celu wyraża się w tonach rocznie, co w stosunku do całkowitej produkcji SiC jest nieznacznym procentem. Własności produktu wyjściowego (SiC) nie mogą więc być dostosowywane do potrzeb elektrotechnicznych, a raczej przeciwnie, wymagania bowiem od materiału na opory są zupełnie odmienne od tych, które się stawia karborundowi stosowanemu np. na tarcze szlifierskie: jako lepszy do celów elektrycznych okazuje się raczej materiał nieudany, nie nadający się do celów mechanicznych. W tych warunkach nie można liczyć na jednolitość surowca, a więc nie można mówić o normalizacji jakości wyrobu właściwego. Nasuwa się tu alternatywa zorganizowania produkcji w jakimś instytucie na skalę półtechniczną z dobraniem warunków do wymagań elektrycznych. Należy tu podkreślić z uznaniem dobre wyniki uzyskane mimo takich trudności przez Zakład Wysokich Napięć GIEl z materiałem na opory ochronnikowe.

Pozostawiamy na boku zagadnienia oporów specjalnych: grafitowych, węglowych, masowych oraz dziedzinę oporów o nieliniowych, specjalnych charakterystykach (termistorów), jako nie mające większego znaczenia lub nie mające jeszcze zastosowania przemysłowego w energetyce.

Natomiast musimy zwrócić uwagę na potrzebę rozwiązania zagadnienia materiałów stykowych, w dążeniu do otrzymania własnych produktów, opartych na materiałach łatwo dostępnych. Szczególne znaczenie posiada dla tej dziedziny ceramika metali. Brak materiałów stykowych odczuwamy i w miarę rozwoju przemysłu aparatowego będziemy go odczuwać w coraz większym stopniu. Należą tu spieki o własnościach specjalnych i bardzo zróżniczkowanych zależnie od charakteru pracy, służące do wyrobu styków ruchomych w przyrządach, wyłącznikach, przekaźnikach, stycznikach, nastawnikach itd. i to zarówno w urządzeniach energetycznych, jak w telekomunikacji. Wchodzą tu spieki wolframu z miedzią, czasem srebrem i in. oraz stopy różnych metali jak srebra, złota, miedzi, kobaltu, molibdenu, niklu, palladu, wanadu, tytanu, platynowców. Można spodziewać się, że wyniki doświadczeń pozwolą na produkcję ważniejszych przynajmniej materiałów stykowych całkowicie w kraju, ze szczególnym zwróceniem uwagi na zaoszczędzenie materiałów deficytowych.

Wreszcie materiały dwumetalowe jako termobimetale wymagają jeszcze opracowania. Istnieją tu trudności otrzymania wymaganych charakterystyk. Potrzebne są do tego bardzo czyste składniki. Z tego względu wydaje się również, że po opracowaniu produkcja powinna odbywać się pod kontrolą np. Instytutu Metalurgii.

Szczotki do maszyn elektrycznych są również dla dwóch wytwarzających je fabryk materiałem peryferyjnym, nie wchodzącym w zakres ich właściwych zainteresowań, a więc materiałem produkowanym bez specjalnej uwagi. Znaczna część niedomagań maszyn komutatorowych spowodowana bywa złą jakością szczotek. Dotychczas nie było dla szczotek ani norm, ani warunków odbioru, ani laboratorium, mogącego je badać. Odbiory odbywały się na oko: na kształt, wymiary, kolor. Dopiero od niedawna prace w tym kierunku ruszyły. W dwóch pracowniach naukowych zorganizowano badania i ocenę materiałów szczotkowych. Opracowuje się normy. Produkcja powinna być ulokowana w jednej wyposażonej w urządzenia probiercze wytwórni i nie powinna być przez nią traktowana jako zło konieczne.

4. Materiały magnetyczne.

Produkcja krajowa blach magnetycznych jest w stanie zaspokoić ilościowo zapotrzebowanie przemysłu maszyn i transformatorów, a również dać pewne ilości na eksport. Jakość blach nie stoi jeszcze na poziomie wymaganym. Tak na przykład blachy tranformatorowe mają stratność rzadko 1,25, zwykle powyżej 1,3 W/kg i w dodatku niejednolitą w różnych partiach, a nawet w różnych blachach tej samej partii — w jednych mniejszą, w innych większą — czasem do 1,5 W/kg. Powierzchnia blach jest bardzo nierówna, co powoduje znaczne obniżenie współczynnika wypełnienia — poniżej 0,85. Obniżenie stratności, uzyskane drogą znacznego podwyższenia zawartości krzemu, a nie przez właściwą obróbkę cieplną, pociąga za sobą obniżenie przenikalności, zwłaszcza przy większych indukcjach, i daje przenikalność do 50 razy mniejszą przy 15 kilogausach niż dobra blacha zagraniczna. Postęp w tej dziedzinie — w kierunku przede wszystkim otrzymywania blach o niższej stratności niż dotychczas — jest niezbędny przede wszystkim do budowy transformatorów, gdzie zastosowanie blach nawet znacznie droższych, ale o niskiej stratności i dobrej przenikalności sowicie się opłaca i w konstrukcji i w eksploatacji. W konstrukcji otrzymuje się mniejsze wymiary rdzenia, a zatem i znaczną oszczędność miedzi. W eksploatacji zmniejszenie strat w żelazie tylko o 0,2% (np. z 1% na 0,8%) daje w przypadku transformatora o mocy 1 MVA oszczędność $0{,}002 \times 1000 \times 8760 = 17\,520$ kWh, co pozwala na zamortyzowanie w ciągu krótkiego czasu większych kosztów rdzenia z blachy o niskiej stratności. Zastosowanie blach o mniejszej stratności pozwoliłoby gospodarce narodowej zaoszczędzić rocznie miliony kilowatogodzin dotychczas rozpraszanych bezużytecznie. Oszczędność ta uzasadnia konieczność inwestycji, które przemysł hutniczy powinien poczynić, aby osiągnąć wymagane podwyższenie jakości. Obecne wyposażenie na to prawdopodobnie nie pozwoli. Postęp może być osiągnięty przez modernizację procesów technologicznych, jak zastosowanie walcowania na zimno, obróbki termicznej w atmosferze wodoru. Jako cel należy postawić: obniżenie stratności poniżej 1,1 W/kg, podwyższenie współczynnika zapełnienia powyżej 0,9. Należy czerpać z doświadczeń radzieckich, gdzie schodzi się ze stratnością do 0,7 W/kg i niżej.

Zagadnienie blach prądnicowych, do maszyn elektrycznych wirujących, jest nieco odmienne i musi być również odmiennie opracowane. Blachy te nastręczają trudności, jeżeli są nazbyt nakrzemione. Przy wycinaniu otworów, zwłaszcza tępym wykrojnikiem, następuje zmęczenie materiału, prowadzące przy wąskich zębach do znacznego — dwukrotnego i więcej — wzrostu stratności. Zagadnienie przenikalności ma tu stosunkowo większą wagę niż w transformatorach. Zwłaszcza przy zastosowaniu nowych materiałów izolacyjnych, pozwalających na znaczne podniesienie temperatury roboczej, nie obojętną się staje również zmiana własności magnetycznych z temperaturą i odległość punktu Curie.

Problemy te, jak również zagadnienie starzenia się blach, wymagają planowych prac w instytutach i zakładach produkcyjnych. Postęp w omawianej dziedzinie nie da się dokonać bez znacznych nakładów. Tu mamy również do czynienia z problemem ilości i jakości: ilości spożycia małej w stosunku do rozmiarów przemysłu produkcyjnego, a wymagań co do jakości dużych i wciąż rosnących. Ilość spożycia nie uzasadnia rozwiązania najcelowszego — zastosowanego w Związku Radzieckim — nastawienia jednej huty wyłącznie na produkcję elektrotechniczną. Jednakże wyjście jakieś znaleźć należy, aby przemysł maszyn i transformatorów nie znalazł się w ślepej ulicy.

Inne materiały magnetyczne miękkie, stosowane przeważnie w telekomunikacji, mają wprawdzie bardzo duże znaczenie, ale spożycie ich jest nieduże. Zapotrzebowanie roczne zaledwie wystarczyłoby na jeden wsad pieca. Należą tu stopy o dużej przenikalności początkowej, o bardzo dużej przenikalności maksymalnej, o przenikalności mało zmiennej, a dalej rdzenie proszkowe, stopy izotropowe i anizotropowe, stosowane na rdzeniu cewek przekaźników, przenośników, dławików, przyrządów, transformatorów o szerokim zakresie częstotliwości. Być może niektóre z nich dadzą się produkować na skalę niewielką — pół- czy ćwierć-techniczną w sposób opłacalny. Należą tu niewątpliwie materiały proszkowe. Inne, stopowe, prawdopodobnie w okresie sześciolecia będą musiały być sprowadzane.

Natomiast materiały magnetyczne twarde, choć ich zapotrzebowanie również jest niezbyt wielkie, mogą być i są produkowane, a rozmiary produkcji, zakres i rozmaitość typów wzrastają.

Należą tu różnego rodzaju materiały magnetyczne o dużej sile powściągającej — izotropowe i anizotropowe, stopy nadające się i nie nadające się do obróbki mechanicznej, spieki, materiały prasowane, mające zastosowanie na magnesy trwałe w najrozmaitszych przyrządach i urządzeniach w elektrotechnice i w wielu innych dziedzinach. Wypada podkreślić piękny dorobek na tym polu polskiej myśli badawczej, stwierdzony w referatach na Konferencję materiałoznawstwa, referatach opartych w znacznej mierze na dodatnim dorobku własnym w pracy przemysłowej lub badawczej.

Na podstawie wyników dotychczasowych spodziewamy się uzyskać od przemysłu hutniczego i Instytutu Metalurgii materiały spiekane i stopy o najwyższej energii magnetycznej i dużej odporności na starzenie. Potrzebuje ich przemysł telekomunikacyjny, radiowy oraz przemysł przyrządów pomiarowych i aparatów przede wszystkim do następujących celów: na magnesy do liczników energii elektrycznej, głośników, przekaźników polaryzowanych, przyrządów pomiarowych magnetoelektrycznych, induktorów, na uchwyty magnetyczne, silniczki specjalne itd.

W tym też dziale wymienić należy stale niemagnetyczne, stosowane na bandaże uzwojeń w wirnikach maszyn, w postaci drutów lub kap, na kliny, na sworznie w dławikach itd. Budowa turbogeneratorów dużej mocy wymaga przygotowania tej produkcji w niedługim czasie.

5. Materiały izolacyjne.

Dziedzina największa, w której mamy też największe braki ilościowe i jakościowe. Jeżeli nie zostanie dokonany wielki wysiłek, to ten podwójny deficyt będzie wzrastał. Zwiększenie produkcji maszyn i urządzeń, budowa nowych sieci będą wymagać znacznie większych ilości materiałów izolacyjnych, a podwyższanie parametrów pociągnąć musi za sobą wzrost wymagań. Materiały izolacyjne dla przemysłu elektrotechnicznego, takiego zwłaszcza jak przemysł maszyn elektrycznych, posiadają znaczenie kluczowe. Od jakości materiału zależy niejednokrotnie nie tylko jakość produktu, ale nawet możność lub niemożność wykonywania danego typu lub wielkości. A tymczasem dziedzina materiałów izolacyjnych jest szczególnie uzależniona od produkcji przemysłów obcych, dalekich od przemysłu elektrotechnicznego. Co więcej, te obce przemysły podlegają innym władzom niż przemysł elektrotechniczny lub energetyczny. Stąd wynikają np. takie stosunki, że pewna gałąź przemysłu, produkująca prawie wyłącznie na potrzeby bezpośrednie elektrotechniki, na sześć fabryk nie zatrudnia ani jednego elektryka. Ujemne skutki takiego stanu rzeczy są oczywiste.

Materiały ceramiczne

Sytuacja ceramiki elektrotechnicznej wymaga dużego wysiłku i współpracy pomiędzy elektrykami i ceramikami zarówno w fabryce, jak w biurze konstrukcyjnym i laboratorium naukowym. Produkcja obecnie czynnych fabryk jest w niektórych działach niewystarczająca nawet na obecne zapotrzebowanie. Przewidziana w planie 6-letnim budowa dwóch fabryk porcelany ma zaspokoić wzrastające zapotrzebowanie izolatorów liniowych i aparatowych oraz sprzętu instalacyjnego. Ale poza zagadnieniem ilości jest jeszcze zagadnienie jakości. Musimy stwierdzić, że w chwili obecnej słychać często skargi na jakość produkcji izolatorowej; niestety, skargi te są niejednokrotnie słuszne.

W streszczeniu zarzuty te są następujące: niskie własności elektryczne i mechaniczne porcelany, zwłaszcza wysokonapięciowej, niejednolitość produkcji, niskie tolerancje, bądź w ogóle niedotrzymywanie wymiarów. Brak odpowiednio wyposażonych laboratoriów ceramicznych i elektrycznych lub mocnego oparcia w odpowiednich laboratoriach naukowych. Brak jednolitej myśli przewodniej, czego dowodem są np. takie niekonsekwencje, jak produkowanie tego samego typu izolatora wiszącego przez każdą fabrykę w innym wykonaniu, z różnym systemem zamocowania trzonka i z odmiennym okuciem Trudności te znane są nie od dzisiaj. Można uważać za rzecz pewną, że bardzo wiele można by było poprawić, gdyby fabryki izolatorowe należały do przemysłu, którego są częścią, tj. elektrotechnicznego, a ściślej mówiąc — aparatowego.

Postawienie produkcji na odpowiednim poziomie pozwoliłoby zrobić z porcelany elektrotechnicznej pierwszorzędny materiał eksportowy.

Należy podkreślić, że ważne jest jeszcze zagadnienie surowców ceramicznych. Są one w części importowane, zwłaszcza kaolin. Stawiamy sobie za zadanie całkowite wyeliminowanie w ciągu pięciolecia surowców zagranicznych i zastąpienie ich krajowymi. Pierwsze wyniki prób, prowadzonych w ramach planowych prac GIEl, pozwalają już dziś przypuszczać, że wynik będzie dodatni.

Poza tym istnieje zamiar odciążenia przemysłu porcelanowego przez przerzucenie części produkcji elektrotechnicznej na inne materiały: kamionkę i szkło. Własności kamionki dolnośląskiej, zbadane na próbkach wykonanych ze zwykłej masy, dały wyniki bardzo zachęcające do kontynuowania na szerszą skalę tych prac. Celem ich byłoby wprowadzenie izolatorów liniowych i osłon wysokonapięciowych izolatorów przepustowych z kamionki.

Również przypisujemy duże znaczenie izolatorom szklanym, dziedzinie zaniedbanej u nas pod wpływem tradycji niemieckiej. Ulokowanie tej produkcji w końcu ubiegłego roku w dobrze wyposażonej w urządzenia i kadry techniczne hucie w Wałbrzychu dało pomyślne wyniki. Otrzymane próbki szkła o odpowiednim zestawie oraz gotowe izolatory teletechniczne nie ustępują jakością najlepszym zagranicznym. Możemy się spodziewać dalszych postępów w tej dziedzinie i wprowadzenia szklanych izolatorów liniowych przynajmniej do napięć średnio-wysokich.

Nierozwiązanym jeszcze zagadnieniem pozostaje sprawa steatytu i materiałów pochodnych. Zainteresowane są tu różne przemysły jako odbiorcy. Niestety, sprawa nie wyszła jeszcze poza stadium prób laboratoryjnych. Należy dążyć do przyśpieszenia rozpoczęcia produkcji tych materiałów przez przemysł ceramiki szlachetnej.

Papiery izolacyjne

W tej dziedzinie zapotrzebowanie przemysłu elektrotechnicznego obejmuje następujące działy: papier kondensatorowy; papiery kablowe do niskich i wysokich napięć i do kabli telekomunikacyjnych; papiery nawojowe; papiery do wyrobów mikowych, do oklejania blach magnetycznych, do produkcji papierów żywicowanych (bakielitowych); preszpany.

Papiery (bibułki) do produkcji kondensatorów nie są u nas w ogóle wytwarzane. Ze względu na zamierzoną produkcję kondensatorów do poprawy współczynnika mocy i do innych celów byłoby pożądane wprowadzenie produkcji tych papierów. Jednak ze względu na koszt urządzeń, niezbędnych do tej produkcji —

posiadane obecnie przez przemysł papierniczy nie są wystarczające — sprawa wymaga przedyskutowania przed postawieniem wniosku.

Papiery kablowe produkcji krajowej pozwalają na fabrykację kabli telekomunikacyjnych oraz elektroenergetycznych do napięć średnich (15 kV). Do kabli wysokich i najwyższych napięć jakość musi być znacznie ulepszona. Stosowanie papieru dwuwarstwowego przy starannie kontrolowanej produkcji pozwoli na wykonywanie kabli do 60 kV. Do napięć najwyższych należy opracować metody produkcji i kontroli dla otrzymania potrzebnych wysokich własności dielektrycznych papieru. Można mieć nadzieję, że przemysł papierniczy zdoła pokonać trudności, które jeszcze istnieją.

Papiery nawojowe do transformatorów i maszyn, zbliżone własnościami do poprzednich, mogą być produkowane w kraju. Produkcję tę należy uruchomić.

Co do papierów na płyty i rury żywicowane (bakielizowane) nie ma zasadniczych trudności, aby jakość ich stanęła na odpowiednim poziomie.

Natomiast w sprawie papieru służącego jako podkład do wyrobów mikowych (mika-papier, mika-folia w taśmach lub rolach) istnieją duże trudności do pokonania, ponieważ swoista struktura tego papieru wymaga specjalnych surowców i maszyn, wobec czego przemysł papierniczy w obecnym stanie prawdopodobnie nie będzie mógł produkować tego artykułu. Jest to surowiec bardzo potrzebny dla przemysłu maszyn elektrycznych, ale zapotrzebowanie jego jest stosunkowo małe, wobec tego niewątpliwie najracjonalniejszym rozwiązaniem byłoby zaspokojenie całego zapotrzebowania z importu.

Preszpany produkowane są w paru krajowych fabrykach, przy tym niejednakowej jakości. Preszpan używany jest do celów nie tylko elektrotechnicznych, ale i innych, np. galanteryjnych, gdzie wymagania techniczne nie są, oczywiście, tak wygórowane, a są raczej niższe. Na podstawie prób dokonanych w GIEl spowodowano, że do przemysłu elektrotechnicznego będzie trafiał preszpan z właściwej wytwórni, o lepszej jakości, na co wobec braku metodycznego odbioru nie zwracano dotąd uwagi. W dziedzinie tej wymaga opracowania produkcja preszpanu cienkiego w zwojach, wprowadzenie preszpanu miękkiego do produkcji transformatorów zamiast stosowanego dotychczas twardego oraz podwyższenie własności (przede wszystkim mechanicznych) produkowanych preszpanów szlachetnych. Potrzebne jest również wprowadzenie specjalnego wysokowartościowego preszpanu („transformer-board").

Prace instytutowe w dziale papierów obejmują normalizację własności i metod badania, poszukiwanie najlepszych metod oceny i kontroli, np. sprawdzanie ilości cząstek przewodzących, opracowanie metody badania na starzenie, badania wpływu światła, pomiary własności dielektrycznych itd. oraz opracowanie wytycznych dla najkorzystniejszych warunków technologicznych produkcji papierów elektrotechnicznych. Bardzo dobra współpraca pomiędzy naszymi fabrykami papieru i preszpanu a Zakładem Materiałoznawstwa GIElu dała już wyniki pozytywne.

Spośród materiałów włóknistych, interesujących przemysł elektrotechniczny w planie sześcioletnim, do najważniejszych należą: jedwab sztuczny, bawełna, azbest, włókno szklane. Mniejsze znaczenie posiadają jedwab naturalny i włókna syntetyczne typu „steelonu", a dalej len, juta, konopie. Używa ich przemysł kablowy na odzież przewodów i kabli oraz maszynowy w postaci przędzy (na obwoje), bądź taśm, tkanin, koszulek — w stanie surowym lub po nasyceniu.

W dziedzinie tej przede wszystkim daje się uczuwać brak normalizacji, brak dokładnie określonych wymagań odbioru, brak wyposażenia laboratoriów fabrycznych do tych badań. Trudno zatem od razu wymagać od przemysłu, aby dostosowywał się do potrzeb odbiorcy, jeżeli jego wymagania nie są ustalone. Zresztą nawet w przypadkach, kiedy wymagania już są określone, istnieją trudności techniczne, gdyż znów przemysł włókienniczy ni jest nastawiony na takiego odbiorcę, jak fabryka materiałów izolacyjnych. Te trudności muszą jednak być pokonane i w tej dziedzinie materiałów włóknistych.

Z najważniejszych własności, o które walczy przemysł elektrotechniczny, można wymienić: równomierność grubości tkanin i taśm na całej szerokości i długości, gładkość powierzchni, brak wystających włosków, supłów, zgrubień, postrzępień, niejednostajności (niedobić) wątku i tym podobnych wad. Wytrzymałość mechaniczna i wydłużenie muszą być duże, a grubość jak najmniejsza; wymagane są: duża odporność na starzenie, obojętność w stosunku do oleju, lakierów i syciw, które są używane w produkcji maszyn i aparatów. Własności te muszą być doprowadzone do poziomu norm wyrobów radzieckich i to w możliwie najkrótszym czasie, gdyż niedostateczna jakość surowca powoduje braki w przemyśle izolacyjnym i trudność w stosowaniu dokumentacji radzieckiej przy produkcji maszyn elektrycznych.

Na oprzędy, koszulki, taśmy stosuje się przeważnie jedwab sztuczny. W niektórych przypadkach przy większych wymaganiach mechanicznych i elektrycznych stosuje się bawełnę. Szczególne znaczenie w elektrotechnice posiada tzw. kotopa, tj. bawełna poddana procesowi dehydracji (acetylacji), mająca skutkiem tego lepsze własności elektryczne oraz nieco wyższą wytrzymałość. Jest bardzo pożądane, aby próby dehydracji, prowadzone przez Główny Instytut Włókiennictwa, zostały jak najprędzej uwieńczone wprowadzeniem do przemysłu produkcji kotopy.

Szczególną uwagę zwrócić musimy na włókno szklane. W wielu zastosowaniach oprzęd, taśma, tkanina szklana wraz z nasyceniem odpornym na wyższe temperatury (gliftal, sylikony) staje się materiałem niezastąpionym, w wielu innych — bardzo zalecanym. Pozostawanie przy izolacji z włókna organicznego w przypadku np. silników trakcyjnych lub innych, pracujących w ciężkich warunkach, jest zaprzeczeniem postępu technicznego i marnotrawstwem materiału. Próby zastosowania importowanego włókna szklanego do izolacji silników, wykonane w jednej z fabryk, dały — podobnie jak zagranicą — wyniki doskonałe. Uruchomienie produkcji włókna szklanego do celów elektrotechnicznych staje się koniecznością — możemy bez przesady powiedzieć — palącą. Próbne uruchomienie produkcji na skalę półtechniczną dało wyniki zadowalające. Atoli sprawa uległa od roku z górą zwłoce i przekazywana jest z instytucji do instytucji. Jest to znów typowy przykład tego, że zorganizowaniem produkcji musi zająć się zainteresowany, tj. w danym przypadku przemysł elektrotechniczny. Dopóki sprawa spoczywa w rękach zarządów, które mają na znacznie większą skalę prowadzone przedsiębiorstwa zupełnie innego rodzaju, dopóty próby, studia będą trwały latami, a produkcja z miejsca nie ruszy. Ani przemysł szklarski, ani włókienniczy nie zabierają się chętnie do produkcji, będącej w stadium prób i studiów, wykraczającej poza ich specjalność i nie mogącej w stanie obecnym liczyć na wielkie rozmiary zbytu, gdy jednocześnie wymagania są bardzo wysokie. Inicjatywa, organizacja, kierownictwo muszą przejść do przemysłu maszyn elektrycznych wraz z całym dotychczasowym dorobkiem, inwentarzem i personelem. Nie można zasłaniać się od tej konieczności argumentem, że charakter produkcji nie jest ściśle elektrotechniczny, bo nie ma tego charakteru również ani walcownia i przeciągalnia miedzi, wchodzące w skład fabryk elektrotechnicznych, ani nawet fabrykacja maszyn elektrycznych, gdzie przeważa praca technologa-mechanika.

Trzeba przypomnieć, że sprawą technologii włókna szklanego, jak i sylikonów, służących przede wszystkim do wyrobu lakierów odpornych na wysokie temperatury, zajmował się w Związku Radzieckim Instytut Elektrotechniki (W. E. I.).

Wprowadzenie włókna szklanego zmniejszy w przemyśle maszynowym zapotrzebowanie włókna azbestowego, które jest materiałem importowanym i to przeważnie z obszaru dolarowego.

Lakiery izolacyjne

Postęp w tej dziedzinie jest nieodzownym dla realizacji planu w dziale maszyn i aparatów. I tu znów mamy do czynienia z przemysłem odległym od elektrotechniki, mało współpracującym z zakładami badawczymi. Produkcja nie jest znormalizowana, odbiory nie są dokonywane laboratoryjnie. Skutkiem tego różne partie tego samego towaru różnią się między sobą własnościami. Brak jest ustalonego i pełnego sortymentu lakierów, potrzebnych dla przemysłu elektrotechnicznego; brak lakierów specjalnych,

odpornych na wilgoć, wysokie temperatury, wyziewy żrące; brak dobrych lakierów do drutów emaliowych. Jeżeli jeszcze dodać, że produkcja lakierów izolacyjnych odbywa się w sześciu fabrykach, nie stanowiąc w żadnej zasadniczego artykułu, będziemy mieli pełny obraz przyczyn, które utrudniają otrzymanie lakierów o jakości wymaganej do celów elektrycznych, o niezbędnych własnościach elektrycznych, mechanicznych, cieplnych, chemicznych i technologicznych.

Lakiery izolacyjne mają ogromne znaczenie dla postępu technicznego, zwłaszcza w przemyśle maszynowym; wprowadzenie np. włókna szklanego bez zastosowania odpowiednich lakierów jest nie do pomyślenia.

Postęp w dziedzinie lakierów izolacyjnych musi być szybszy i poprawa dalej idąca, niż dotychczas, a środki do przyśpieszenia tego postępu byłyby następujące: należy wybrać jedną fabrykę lakierów, mogącą sprostać wzrastającemu zapotrzebowaniu ilościowemu lakierów izolacyjnych wszystkich typów, i wyspecjalizować ją w tym kierunku, wyposażyć ją w niezbędne laboratorium, które byłoby w stałej współpracy z laboratoriami przemysłu elektrotechnicznego i GIEl; niezależnie od tego powierzyć jej opracowywanie w stałej łączności z GIEl wszelkich zagadnień z tej dziedziny, a zwłaszcza opracowanie nowych lakierów o specjalnych własnościach i nowej technologii.

W pracach powyższych należałoby zwrócić uwagę na następujące najpilniejsze materiały:

a) lakiery o dużej odporności na wilgoć, na wyziewy żrące, na wyższe temperatury, a w szczególności lakiery sylikonowe;

b) lakiery o dobrej przewodności cieplnej;

c) lakiery syntetyczne polimeryzujące, nie wymagające rozpuszczalnika;

d) lakiery wysokiej jakości do drutów emaliowanych, zwłaszcza typu „formex" wraz z opracowaniem nowoczesnej technologii drutów emaliowanych na podstawie doświadczeń radzieckich.

Jednakże postęp musi być dokonany nie tylko w dziedzinie produkcji, ale i w dziedzinie użytkowania. Jeżeli zakład, stosujący lakiery, nie posiada ustalonych przepisów technologicznych, dotyczących sposobów używania poszczególnych gatunków lakieru, jeżeli w praktyce popełnia się błędy wskutek nieznajomości właściwości technologicznych stosowanego materiału, to wyniki ujemne można otrzymać nawet z najlepszym materiałem.

Z tego względu należy w jak najkrótszym czasie ustalić najkorzystniejsze warunki technologiczne dla ściśle określonych typów i odmian produkowanych w kraju lakierów izolacyjnych i na tej podstawie opracować możliwie dokładne wskazówki i przepisy technologiczne dla fabryk stosujących te lakiery. Należałoby przy tym, nie ograniczając się do dokumentacji, zainteresować się warunkami produkcji na miejscu i możliwościami realizacji najlepszych warunków nasycenia, bez konieczności dokonywania kosztownych nakładów. Należy szczególnie podkreślić konieczność stałej współpracy pomiędzy laboratoriami fabrycznymi i zakładami badawczymi przemysłu chemicznego a takimiż instytucjami przemysłu elektrotechnicznego i dążyć do stałej wymiany doświadczeń między nimi. Jest też konieczne, aby władze przemysłu chemiczno-lakierniczego poświeciły więcej uwagi sprawie lakierów izolacyjnych — nieznacznych pod względem ilościowym, ale posiadających wielką doniosłość gospodarczą.

Żywice syntetyczne, tłoczywa

Dział wszelkiego typu tworzyw sztucznych znajduje wdzięczne pole zastosowania w elektrotechnice. Przemysł elektrotechniczny interesuje się przede wszystkim tłoczywami o podstawie żywic utwardzalnych w stanie nagrzanym z wypełniaczami organicznymi i mineralnymi do produkcji najrozmaitszych części izolacyjnych i konstrukcyjnych maszyn, przyrządów, aparatów, drobnego sprzętu we wszystkich dziedzinach prądów silnych i słabych.

Tłoczywa na podstawie żywic fenolowo-formaldehydowych stały się dziś niezastąpionym materiałem konstrukcyjnym w elektrotechnice. Sytuacja jest korzystna w tym przypadku dlatego, że zarówno produkcja żywic i proszków prasowniczych, jak i produkcja gotowych wyprasek może być związana z przemysłem elektrotechnicznym. Główną trudnością jest jeszcze brak normalizacji i typizacji półfabrykatu (proszków) i gotowych wyrobów. Prace normalizacyjne są w toku. Wykonywane są one w Instytucie Tworzyw Organicznych w ścisłej współpracy z Zakładem Materiałoznawstwa GIEl i wytwórniami.

Wprowadzenie przepisów odbiorczych na tłoczywa i wskazówek prasowania ułatwi porozumienie odbiorcy z wytwórcą, przyczyni się do zmniejszenia wad w wyrobach gotowych. Wobec znacznego wzrostu produkcji sprzętu elektrotechnicznego należy się liczyć z odpowiednim wzrostem spożycia tłoczyw. Jednocześnie potrzebne będzie rozszerzenie zakresu produkcji, zwiększenie liczby stosowanych typów tłoczyw, ponieważ obecnie produkowane nie we wszystkich przypadkach są wystarczające. Przede wszystkim zależy nam na uruchomieniu produkcji tłoczyw o wyższych własnościach dielektrycznych, np. typu fenolowo-formaldehydowego z wypełniaczem mikowym, odporniejszych na podwyższoną temperaturę z wypełniaczem mineralnym, odporniejszych na wilgoć i wyładowania powierzchniowe.

W dziedzinie materiałów uwarstwionych potrzebne jest opracowanie — na razie na skalę laboratoryjną — papierów nasycanych żywicą anilinową do produkcji przepustów kondensatorowych o małej stratności dielektrycznej, płyt o małej zmienności wymiarów przy zmianach temperatury i wilgotności. Wymagają opracowania tłoczywa i materiały uwarstwione z włóknem szklanym lub z tkaniną szklaną, na podstawie żywic anilinowych — odporne na wysokie temperatury, oraz na podstawie żywic melaminowo-formaldehydowych z wypełniaczem mineralnym — odporne na łuk elektryczny.

Wprowadzenie nowych materiałów musi być związane z odpowiednią gospodarką nimi. Wytwórnie elektrotechniczne (prasownie) muszą zorganizować u siebie kontrolę cech technologicznych używanych proszków i mas prasowniczych — początkowo dla każdej bez wyjątku partii sprowadzanej. Po ustaleniu jakości i normalizacji wyrobu można będzie ograniczyć się do kontroli rzadszej. Oczywiście, do tego celu fabryki i laboratoria muszą być zaopatrzone w przyrządy, muszą być opracowane warunki techniczne odbioru proszków i wyprasek, warunki techniczne najkorzystniejszego nasycania wypełniacza na proszki (np. mączki drzewnej) żywicą i papierów na płyty i rury. Poza tym pożądane jest wprowadzenie dalszej normalizacji technologii produkcji, przede wszystkim normalizacji elementów pras do bakielizacji, a mianowicie płyt podstawowych, stempli i matryc, śrub, sworzni prowadzących, łap, wypychaczy, grzejników do form. Wreszcie uczuwa się potrzebę uruchomienia krajowej produkcji termoregulatorów do form bakielitowych.

Żywice syntetyczne czy tłoczywa nieutwardzalne w miarę uruchamiania ich produkcji znajdą zastosowanie przede wszystkim do produkcji powłok przewodów jako izolacja i jako ochrona zewnętrzna od wilgoci i korozji — zamiast powłoki ołowianej. Wchodzą tu w grę przede wszystkim polistyreny i polichlorki winylu z odpowiednimi plastyfikatorami.

Spodziewamy się otrzymać od przemysłu chemicznego tłoczywa termoplastyczne poliwinylowe do powlekania przewodów, przede wszystkim łączeniowych w aparaturze telekomunikacyjnej, a następnie również do przewodów instalacyjnych oraz na powłoki kabli dla zaoszczędzania ołowiu.

Tłoczywa na podstawie polistyrenowej, odznaczające się małą stratnością dielektryczną, znajdą zastosowanie w telekomunikacji jako materiał izolacyjny do wielkich częstotliwości.

Osobnym zagadnieniem w tworzywach plastycznych jest kauczuk. Gumowa izolacja i opony gumowe przewodów instalacyjnych i kabli wykonywane były dotychczas na kauczuku naturalnym, częściowo na syntetycznym oraz z dodatkiem regeneratu, znacznie obniżającym jego własności. W przypadku przewodów miedzianych zachodzi przy tym konieczność cynowania celem niedopuszczenia do działania siarki z gumy na miedź. Należy dążyć do opracowania mieszanek gumowych bezsiarkowych w przypadku przewodów miedzianych, aby uniknąć cynowania. Dużym osiągnięciem byłoby uniknięcie stosowania kauczuku do produkcji przewodów. Częściowo można to osiągnąć przez stosowanie tłoczyw termoplastycznych typu wspomnianego poprzednio (polichlorki winylu), bądź też uruchamiając

produkcję izolacji gumowej na podstawie tiokolu. Ten ostatni sposób szczególnie jest interesujący ze względu na to, że mieszanki tiokolowe mają znacznie mniejszą przepuszczalność wody i lepszą odporność na utlenianie niż kauczukowe. Dotychczasowe wyniki pozwalają przypuszczać, że sprawa jest zupełnie realna. Niestety, prawdopodobnie zastosowanie będzie musiało ograniczyć się do przewodów aluminiowych z pominięciem miedzianych ze względu na ogromną zawartość siarki w tiokolu.

Oleje izolacyjne, syciwa

Stosowane w transformatorach, wyłącznikach i kablach oleje mineralne mamy całkowicie produkcji krajowej. Jakość ich nie ustępuje najlepszym zagranicznym. Produkcja była dotychczas wystarczająca. Jednakże w miarę wzrostu produkcji aparatów i wzrostu mocy zainstalowanej ilość oleju na urządzenia nowe i na wymianę zużytego szybko będzie rosła i mogą powstać trudności zaspokojenia zapotrzebowania. Zawczasu trzeba zatroszczyć się o uporządkowanie gospodarki olejowej, aby do minimum ograniczyć potrzebę wymiany oleju w aparatach. Do opóźnienia procesu starzenia dążyć można przez dodawanie do olejów środków konserwujących tzw. „inhibitorów" oraz przez stosowanie, zwłaszcza w nowych konstrukcjach dużych transformatorów urządzeń do regeneracji oleju w ruchu metodą obiegową. Oba zagadnienia są w opracowaniu.

Prócz tego należy dążyć do wprowadzenia, gdzie to będzie gospodarczo uzasadnione, olejów syntetycznych (mieszaniny chlorodwufenylu z trójchlorobenzenem). Produkcji tych materiałów oczekujemy od przemysłu chemicznego.

Postęp techniczny w dziedzinie materiałów izolacyjnych nie da się dziś pomyśleć bez związków krzemoorganicznych — sylikonów. Przede wszystkim chodzi o lakiery, syciwa w maszynach elektrycznych odporne na wyższe temperatury. Stosowanie włókna szklanego bez nasycenia lakierami sylikonowymi, a przy użyciu zwykłych lakierów żywicowych jest półśrodkiem.

Istnieje również wiele innych działów, w których materiały krzemoorganiczne znajdą zastosowanie w dziedzinie materiałów izolacyjnych stałych, płynnych, plastycznych: jako smary znoszące znaczne zmiany temperatury, jako powłoki na materiały ceramiczne, obniżające higroskopijność i wiele innych.

Oczekujemy od przemysłu chemicznego jak najrychlejszego wprowadzenia produkcji tych cennych materiałów.

Obok syntetycznych olejów należy zwrócić uwagę na syntetyczne woski, np. chlorowane naftaleny (woskole), które znajdują zastosowanie jako syciwa przede wszystkim do kondensatorów. Produkcja krajowa nie była dotychczas nastawiona na specjalne, surowe wymagania przemysłu kondensatorowego, gdzie chodzi o wielką czystość i chemiczną obojętność produktu. Uzyskanie wyników zadowalających w najbliższym czasie zdaje się nie ulegać wątpliwości. Dla wprowadzenia woskolu jako syciwa do produkcji kondensatorów papierowych trzeba będzie jeszcze osiągnąć stabilizację jego własności dielektrycznych oraz opracować najlepsze warunki nasycania.

6. Wnioski ogólne.

Przy omawianiu surowców dla przemysłu elektrotechnicznego jako podstawowe, palące zagadnienie wysuwa się walka o jakość, o jednolitą, stałą i jak najwyższą jakość stosowanego surowca, o dobrze prowadzoną kontrolę wyrobu. Jakość surowca w elektrotechnice ma większe znaczenie niż w innych dziedzinach, albowiem w elektrotechnice odchylenia, braki, usterki odbijają się w swoich konsekwencjach silniej. Najgorszym objawem jest to, że braki np. izolacji często ujawniają się nie od razu w produkcji i nie dają się wykryć przy próbach, a ujawniają się po pewnym czasie w ruchu, powodując straty wtórne, powstałe skutkiem uszkodzeń, przestojów itd. i znacznie przekraczające wartość samego uszkodzonego przyrządu czy maszyny. Wyższa jakość surowca, właściwa technologia zapewniają pewność ruchu całych kompleksów gospodarczych. Jeden wadliwy izolator może spowodować długotrwałą przerwę dostawy energii do ważnego ośrodka.

Należy porzucić wreszcie traktowanie surowców przemysłu elektrotechnicznego jako produktów ubocznych, utrudniających tylko wykonanie planu produkcji zasadniczych przedmiotów wytwórczości, ilościowo znacznie większych i dla tego z większą uwagą traktowanych.

Materiały te tak są ważne dla gospodarki, a wymagania co do ich jakości mają takie uzasadnienie w końcowym efekcie gospodarczym, że pomimo niewielkiego stosunkowo zapotrzebowania ilościowego powinny być specjalnie troskliwie traktowane przez czynniki planujące.

Zależnie od warunków widzimy rozmaite drogi do przyśpieszenia postępu technicznego w omawianych dziedzinach.

1. Należy ustalić, które z niezbędnie potrzebnych nam materiałów nie będą mogły być produkowane w okresie planu sześcioletniego w sposób czyniący zadość wymaganiom co do jakości, ale co do których istnieje możliwość importu z krajów demokracji ludowej (podkreślamy ważność odpowiedniej jakości, gdyż sam fakt produkowania nie wystarczy). Może tu chodzić również o materiały, które w zasadzie można byłoby produkować odpowiedniej jakości w kraju, ale których skala spożycia jest taka, że produkcja lub inwestycje byłyby gospodarczo nieuzasadnione. Oczywiście, materiały te trzeba będzie importować.

2. Należy ustalić, które z potrzebnych materiałów będą mogły być produkowane na wymaganym poziomie co do jakości przy obecnym stanie fabryk i hut lub przy nieznacznej modernizacji procesów wytwórczych.

3. Należy ustalić, które materiały niezbędnie potrzebne nie mogą być obecnie produkowane na wymaganym poziomie co do jakości i nie będą też mogły być importowane. W tym przypadku należy, oczywiście, dokonać największego wysiłku, żeby podnieść poziom produkcji, a więc dokonać niezbędnych inwestycji. W przypadkach koniecznych, zwłaszcza dla artykułów nowych, należy uzyskać dokumentację ze Związku Radzieckiego i wprowadzić produkcję przy współpracy instytutów badawczych.

4. Materiały specjalnie ważne dla przemysłu elektrotechnicznego i energetyki muszą być — celem postawienia ich produkcji na odpowiednio wyrównanym poziomie — produkowane w wydzielonych do tego celu fabrykach, najlepiej pod zarządem państwowych organów elektrotechnicznych. Należą tu na przykład **ceramika elektrotechniczna**, **lakiery**, **włókno szklane**, **specjalne tłoczywa**. System taki daje w Związku Radzieckim najlepsze wyniki. W przypadkach, kiedy to nie byłoby możliwe ze względu na rozmiary produkcji, należy w obranych fabrykach wydzielić na ten cel specjalne działy. Punkt niniejszy dotyczy na przykład blachy magnetycznej i papierów izolacyjnych.

5. W przypadkach wartościowych materiałów deficytowych potrzebnych w niewielkich ilościach — jeżeli technologia jest opanowana, ale produkcja przemysłowa jest nieopłacalna — należy dążyć do wytwarzania tych materiałów na skalę półtechniczną w instytutach lub laboratoriach przemysłowych. Wymienić tu można na przykład specjalne materiały oporowe, specjalne stopy i spieki magnetyczne twarde i miękkie itd.

6. Szczególną uwagę należy zwrócić na gospodarkę materiałami deficytowymi i opracować nowe materiały i konstrukcje zastępcze oraz wydawać instrukcje i wskazówki co do stosowania namiastek.

Jesteśmy — z małymi wyjątkami — krajem ubogim w surowce naturalne. Dzięki zwycięstwu Armii Radzieckiej sytuacja nasza w obecnych granicach poprawiła się znacznie. Mamy miedź, mamy nikiel, mamy surowce ceramiczne.

Ale jednocześnie w nowym ustroju, będącym na drodze do socjalizmu, rosną ogromnie nasze potrzeby. Niedobór surowcowy musimy zmniejszyć umiejętną oszczędną gospodarką, postępem technicznym w konstrukcjach, w materiałach nowych, normalizacją i typizacją wyrobów.

Usamodzielnienie naszego przemysłu, wyzwolenie go z niewoli kapitalizmu międzynarodowego dało mu rozmach, swobodę rozwoju i wzrostu. Przykład i pomoc Związku Radzieckiego gwarantuje realność tego rozwoju i wskazuje jego drogę. Ale też przykład ten obowiązuje nas do wielkiego wysiłku, do skrócenia tej drogi, która nas dzieli jeszcze od ustroju przyszłości.

INŻ. M. SZREMOWICZ

Sieci rozdzielcze w układach elektroenergetycznych

Treść. Określenie pojęć używanych przy rozpatrywaniu zasilania okręgów i większych miast. Potrzeba klasyfikacji odbiorów pod względem ich ważności, jako czynnik o decydującym wpływie na koncepcję sieci dla rozpatrywanego obszaru. Uwagi co do wyboru napięć. Zasadnicze schematy dla sieci rozdzielczych i dla punktów redukcji napięcia oraz omówienie ich cech charakterystycznych. Kierunki rozwojowe układów i wyposażenia w aparaturę główną. Zastosowanie aparatury okapturzonej i łatwo wymiennej.

Распределительные сети в электрических системах. Определение терминов, применяемых в области снабжения районов и крупных городов электрической энергией. Классифицирование потребителей с точки зрения их важности, как решающий фактор при проектировании сети для рассматриваемого района. Замечания относительно выбора напряжения. Основные схемы распределительных сетей и пунктов понижения напряжения; рассмотрение их характерных черт. Направления в развитии систем и их главного оборудования. Применение бронированного и легко заменяемого оборудования.

Distributing networks in electric power systems. Definition of terms used in examining the problem of supply to districts and major towns. The need for classification of consumers according to their importance as a factor having a decisive influence on the conception of networks for particular districts. Notes on voltage selection. Basic diagrams for distributing networks and points for stepping down the voltege, as well as review of their characteristic features. Trends of devolopment of systems and main items of equipment. Adoption of ironclad equipment of a type easily replaceable.

1. Uwagi ogólne.

Przewidziana do realizacji w planie 6-letnim rozbudowa racjonalnego zasilania większych miast i okręgów wskazuje na potrzebę pogłębienia studiów nad zagadnieniem sieci rozdzielczych.

Zadaniem niniejszego artykułu jest przegląd rozwiązań tego zagadnienia w krajach o intensywnej elektryfikacji i zwrócenie uwagi ogółu elektryków polskich na ten aktualny temat. Dla uniknięcia nieporozumień zaczniemy od objaśnienia kilku podstawowych pojęć, ważnych dla danego tematu.

Układ elektroenergetyczny jakiegoś obszaru jest to zespół urządzeń: a) zasilających (elektrownie, stacje transformatorowe państwowej sieci najwyższego napięcia, np. na 220 kV), b) transformacyjnych i rozdzielczych (stacje transformatorowo-rozdzielcze) oraz c) odbiorczych u spożywców energii elektrycznej. Tak określony zespół połączony jest liniami elektroenergetycznymi różnych napięć. W zespole tym odbywa się przeto proces wytwarzania energii elektrycznej lub też pobierania jej z sieci ogólno-państwowej, proces rozdzielania i transformacji, proces przesyłania na ściśle określonym obszarze oraz proces zużywania energii.

Rozważanym obszarem może być bądź cały okręg energetyczny, bądź duże miasto, bądź wyodrębniony okręg przemysłowy. Mówi się więc o Warszawskim Układzie Elektroenergetycznym (w znaczeniu obszaru m. Warszawy), o Układzie Elektroenergetycznym Okręgu Warszawskiego (wraz z m. Warszawą lub bez m. Warszawy), o Śląskim Układzie Elektroenergetycznym itd. Poszczególne układy elektroenergetyczne mogą być pod względem bilansu mocy więcej lub mniej deficytowe, a wówczas uzupełniają swe braki, pobierając moc z innych układów elektroenergetycznych, albo też mogą rozporządzać nadwyżkami mocy przesyłanymi wówczas do innych układów, odczuwających jej brak, lub utrzymywanymi jako rezerwy.

Do głównych punktów zasilania układu energetycznego zalicza się:

a) elektrownie zawodowe, położone na obszarze rozpatrywanego układu elektroenergetycznego, przyłączone do sieci okręgowej i często zasilające równocześnie część sieci rozdzielczej układu lub nawet fragment sieci rozsyłowej; napięcie sieci okręgowej oznaczać się będzie niżej przez U_0, sieci rozdzielczej przez U_1, sieci zaś rozsyłowej przez U_2;

b) stacje transformatorowe państwowej sieci najwyższego napięcia, położone na obszarze rozpatrywanego układu i zasilające bądź tylko sieć okręgową (U_0), bądź jednocześnie również część sieci rozdzielczej (U_1), a nawet część sieci rozsyłowej (U_2);

c) stacje transformatorowe przyłączone do sieci okręgowej (U_0), zasilające sieć rozdzielczą (U_1) lub część sieci rozsyłowej (U_2).

Elektrownie zawodowe nie przyłączone do sieci okręgowej, lecz oddające całkowitą swą produkcję do państwowej sieci najwyższego napięcia (220 kV), nie będą zaliczone w niniejszym artykule do głównych punktów zasilania układu, na którego obszarze się znajdują. Nazywane tu będą elektrowniami eksportowymi.

Do głównych punktów zasilania rozpatrywanego układu elektro-energetycznego nie mogą też być zaliczone elektrownie przemysłowe, obsługujące przeważnie odbiór lokalny (obiekt przemysłowy) i przyłączone zwykle do sieci rozdzielczej lub tylko do sieci rozsyłowej. Elektrownie te, oddając często, lecz nie zawsze, nadwyżki mocy do sieci rozdzielczej lub rozsyłowej, odgrywają rolę lokalnych punktów zasilania. Jeżeli elektrownie przemysłowe są nawet czasami przyłączone do sieci okręgowej, to głównie w sensie zapewnienia rezerwy zasilania obiektu przemysłowego od strony sieci okręgowej.

Lokalnymi punktami zasilania będą też elektrownie zawodowe o małej mocy zainstalowanej, przyłączone do sieci rozdzielczej (np. małe elektrownie wodne) lub tylko rozsyłowej.

Sieć okręgowa łączy więc główne punkty zasilania układu. Zadaniem jej jest:

a) umożliwienie wymiany energii pomiędzy głównymi punktami zasilania układu oraz wymiany energii pomiędzy źródłami energii układu a państwową siecią najwyższego napięcia (220 kV);

b) umożliwienie wymiany energii pomiędzy sąsiadującymi ze sobą układami w przypadkach, gdy układy te nie są połączone liniami sieci państwowej;

c) zasilanie tych części sieci rozdzielczej, które nie są przyłączone do innych głównych punktów zasilania układu.

Napięciem okręgowym w Polsce jest napięcie U_0 = 110 kV.

Istnieją jednak jeszcze słabo zelektryfikowane obszary o nieukształtowanej sieci okręgowej. W układach tych jest tylko sieć rozdzielcza i rozsyłowa oraz lokalne punkty zasilania. Na takich obszarach nie występuje jeszcze napięcie 110 kV, w miarę jednak postępu elektryfikacji, w związku z realizacją planu 6-letniego, sytuacja ta radykalnie się zmieni.

Schemat sieci okręgowej na terenie rozpatrywanego układu elektroenergetycznego powinien uwzględniać najistotniejsze elementy schematów głównych punktów zasilania tego układu oraz podstawowe elementy schematu sieci rozdzielczej, a mianowicie główne linie sieci rozdzielczej oraz schematy głównych węzłów sieci rozdzielczej.

Liczba, moc i położenie węzłów sieci rozdzielczej powinny być tak dobrane, aby wypadnięcie z pracy jednego węzła nie powodowało zakłócenia pracy ważnych ruchowo części układu. Przy ustalaniu schematu sieci rozdzielczej należy, oczywiście, brać pod uwagę i względy gospodarcze. Konfiguracja sieci rozsyłowej ma też decydujący wpływ na ustalenie liczby, mocy i położenia stacji transformatorowo-rozdzielczych U_1/U_2, zwanych niżej w skróceniu punktami redukcyjnymi.

Aby zmniejszyć straty energii i zaoszczędzić na materiałach przewodowych w sieci rozsyłowej, punkty redukcyjne powinny znajdować się w pobliżu środka ciężkości lokalnego obciążenia.

Podstawową sieć układu elektroenergetycznego (sieć okręgową i sieć rozdzielczą) należy projektować w per-

spektywie co najmniej 10 lat, opierając się na spodziewanej liczbie odbiorów i ich zapotrzebowaniu mocy.

Przy wyborze napięcia dla sieci rozdzielczej lub rozsyłowej należy kierować się względami techniczno-gospodarczymi. Gdy wskaźniki techniczno-gospodarcze dla dwu napięć wypadną jednakowe lub gdy porównanie takie wypadnie nawet nieco na korzyść niższego napięcia, należy zdecydować się na napięcie wyższe. Jest rzeczą zrozumiałą, że przy wyborze napięcia wchodzą w grę jedynie jego wartości znormalizowane.

2. Odbiory.

Projektując sieć rozdzielczą i rozsyłową należy przyłączone do niej odbiory podzielić na 3 kategorie.

a) Kategoria I. Należą tu odbiory nie dopuszczające przerwy w dostawie energii. Przerwa bowiem w zasilaniu mogłaby zagrażać życiu ludzkiemu, albo spowodować zniszczenie cennych materiałów, wyrobów lub urządzeń produkcyjnych, albo wreszcie pociągnąć za sobą konieczność wznowienia kosztownego procesu technologicznego od początku. Do tejże kategorii należy zaliczyć publiczne urządzenia komunikacyjne oraz takie odbiory w dużym ośrodku, których wytrącenie z pracy pociągnęłoby za sobą dezorganizację życia w tym ośrodku.

b) Kategoria II. Do tej kategorii należą odbiory, dla których przerwa w dostawie energii powoduje tylko zmniejszenie produkcji.

c) Kategoria III. Ta kategoria obejmuje odbiory, znoszące przerwy w dostawie energii. Do odbiorów tych można zaliczyć przykładowo okręgi rolnicze, oddziały pomocnicze w dużych zakładach przemysłowych, warsztaty chałupnicze i dzielnice mieszkaniowe o małym zagęszczeniu ludności.

Przy projektowaniu sieci rozdzielczej zaleca się przestrzeganie następujących wytycznych:

a) odbiory kategorii I powinny mieć zapewnione zasilanie nie tylko dla normalnych warunków pracy sieci, ale i w przypadku zakłóceń w ruchu;

b) odbiory kategorii II powinny mieć tak rozwiązane zagadnienie zasilania, aby pogodzić względy gospodarcze ze względami technicznymi;

c) odbiory kategorii III mogą być pozbawione rezerwowego zasilania.

Przy projektowaniu zasilania odbiorów kategorii I należy przewidywać samoczynne uruchamianie rezerw i starannie dobierać rodzaj ochrony przetężeniowej oraz ziemnozwarciowej, opartej na zastosowaniu nowoczesnych przekaźników.

3. Napięcie sieci rozdzielczej i rozsyłowej.

W intensywnie zelektryfikowanych okręgach przemysłowych występują w Polsce napięcia 60 kV, 40 kV oraz 30 kV, jako napięcia rozdzielcze. W innych okręgach — tylko 30 kV. Napięciem rozsyłowym w tych okręgach jest 20 kV, 15 kV oraz 6 kV.

W okręgach o mniejszym uprzemysłowieniu napięciem rozdzielczym jest 30 kV, a rozsyłowym 15 kV (i częściowo 6 kV).

W większości naszych miast średniej wielkości istnieją jeszcze przeważnie jednonapięciowe sieci rozdzielcze rozsyłowe o napięciu 3 kV, 5 kV lub 6 kV. Sieci te w rzadkich tylko przypadkach posiadają punkty rozdzielcze, do których biegną od punktów zasilania linie zasilające — rzadko o wyższym, a przeważnie o tym samym napięciu 3 do 6 kV.

Przeważnie z punktów zasilania wychodzą promieniowo linie sieci rozsyłowej, do których przyłączone są stacje transformatorowe, redukujące napięcie rozsyłowe na niskie napięcie. Niekiedy część takiej sieci rozsyłowej posiada układ pierścieniowy, lecz pierścienie te zwykle pracują jako otwarte. Stan taki nie da się dłużej utrzymać dla wielu miast podlegających obecnie intensywnej rozbudowie i uprzemysłowieniu.

Rekonstrukcja sieci miejskich drogą zamiany istniejącego napięcia rozdzielczo-rozsyłowego (3—6 kV) na napięcie wyższe (15 kV) nie da się łatwo zrealizować szczególnie tam, gdzie przeważają linie kablowe. Poza zmianą napięcia, a co za tym idzie całej sieci kablowej, należy nadto przebudować wszystkie stacje transformatorowe.

W wielu przeto przypadkach trzeba będzie sieci istniejące o napięciu U_2 pozostawić jak są i nałożyć na nie sieć o wyższym napięciu (U_1) — jako właściwą sieć rozdzielczą. Wymagać to będzie zaprojektowania i wybudowania szeregu punktów redukcyjnych U_1/U_2, których liczba, moc i usytuowanie powinny odpowiadać ogólnym wytycznym danym wyżej. Nadmienić należy, że o potrzebie wykonania każdego dodatkowego punktu redukcyjnego decyduje stosunek kosztu budowy tego punktu (wraz z kosztem potrzebnego przystosowania sieci rozdzielczej) do kosztu przebudowy i rozbudowy sieci rozsyłowej.

Badania radzieckie wykazały, że dla uzyskania najniższych kosztów eksploatacyjnych, łącznie z udziałowymi kosztami kapitałowymi, należałoby dla miast średniej wielkości i dla wzrostu zapotrzebowania mocy w perspektywie 10-ciu lat wybrać napięcia podane w tabl. I. Wyniki badań, również radzieckich, nad zagadnieniem zasilania dużych miast (400 000 mieszk. lub więcej) doprowadziły do wniosków, które podaje tabl. II.

Tablica I. Napięcie zalecane dla sieci rozdzielczych i rozsyłowych w miastach średniej wielkości (wg danych radzieckich)

Wielkość miasta	Obciążenie	Napięcie zalecone
Miasta o 100 000 mieszkańców	10 MVA	$U_1 = U_2 = 6$kV
	20 MVA	$U_1 = U_2 = 10$kV lub lepiej $U_1 = U_2 = 20$kV
	30 MVA	$U_1 = U_2 = 20$kV albo $U_1 = 35$kV $U_2 = 6$kV lub 10kV
Miasta o 200 000 mieszkańców	10 MVA	$U_1 = U_2 = 10$kV
	20 MVA	$U_1 = U_2 = 20$kV
	30 MVA	$U_1 = U_2 = 20$kV albo $U_1 = 35$kV $U_2 = 6$kV lub 10kV
Miasta o 300 000 mieszkańców	10 MVA	$U_1 = U_2 = 10$kV
	20 MVA	$U_1 = U_2 = 20$kV
	30 MVA	$U_1 = U_2 = 20$kV albo $U_1 = 35$kV $U_2 = 6$kV lub 10kV

Dla dużych przeto miast, o zapotrzebowaniu mocy rzędu 75 MVA, jednonapięciowy układ rozdzielczo-rozsyłowy (20/0,4 kV) wytrzymuje porównanie z układem dwunapięciowym (35/6/0,4 kV). Zaletą jednak układu dwunapięciowego jest jego elastyczność, przejawiająca się w możności zaspokojenia przyszłego wzrostu zapotrzebowania

Tablica II. Procentowe porównanie stosunku kosztów materiałów przewodowych oraz rocznych kosztów eksploatacji, przypadających na 1 kVA zapotrzebowania mocy w dużych miastach — dla różnych napięć rozdzielczo-rozsyłowych (wg danych radzieckich)

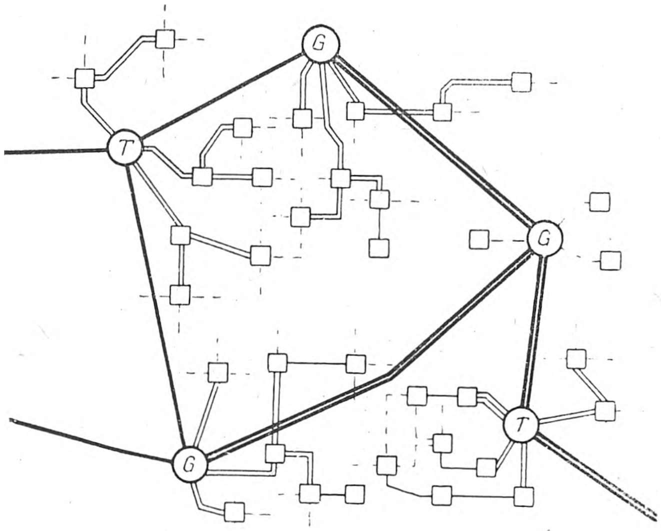
Wskaźniki	Napięcie w kV		
	6/0,4	35/6/0,4	20/0,4
Obciążenie kapitałowe	100	113	106
Straty energii	100	68,5	71,5
Zużycie miedzi i aluminium	100	69,0	35,3
Zużycie energii do celów eksploatacyjnych (przy koszcie 0,1 rbl./kWh)	100	82,5	80,3

mocy przez proste powiększenie liczby punktów redukcyjnych 35/6 kV i odpowiednią rozbudowę sieci rozdzielczej.

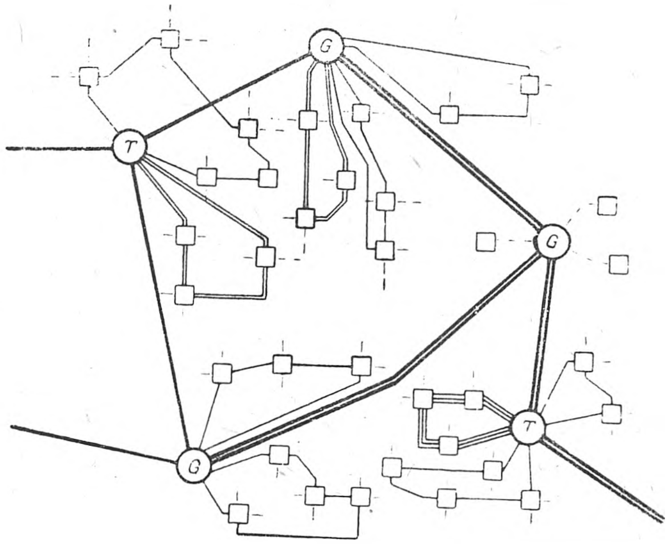
Wybór układu rozdzielczo-rozsyłowego zależy w dużym stopniu od konkretnych warunków lokalnych, a w szczególności od stanu i stopnia rozbudowy istniejącej sieci rozsyłowej.

b) układ pierścieniowy,
c) układ sieci węzłowej,
d) układ z liniami wyrównawczymi.

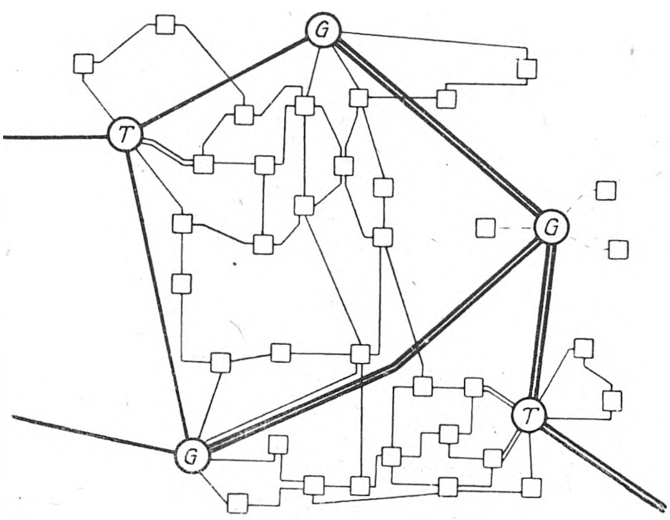
W wielu lokalnych sieciach rozdzielczych występują równocześnie dwa, trzy lub nawet wszystkie z wyżej podanych układów.



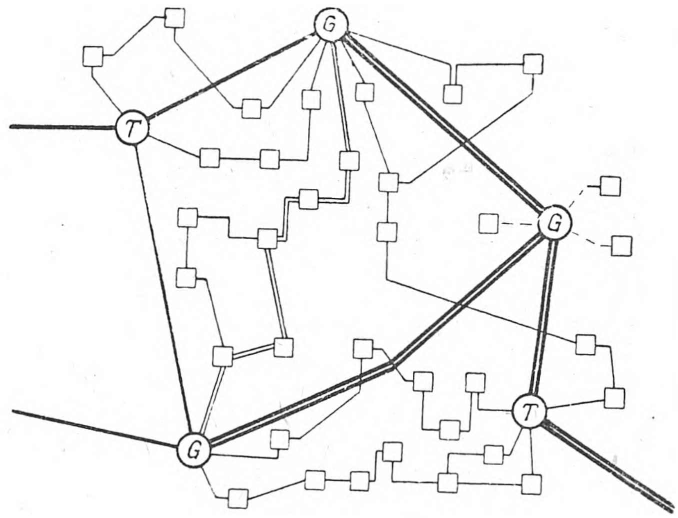
Rys. 1. Układ promieniowy sieci rozdzielczej



Rys. 2. Układ pierścieniowy sieci rozdzielczej



Rys. 3. Układ węzłowy sieci rozdzielczej



Rys. 4. Układ sieci rozdzielczej z liniami wyrównawczymi

OZNACZENIA DO RYS. 1—4

(G) Główny punkt zasilania — elektrownia
(T) Główny punkt zasilania — stacja transformatorowa (U_0/U_1)
Linie sieci okręgowej o napięciu U_0
Linie sieci rozdzielczej o napięciu U_1
Punkty redukcyjne U_1/U_2
Linie sieci rozsyłowej o napięciu U_2

Omawiane badania radzieckie wykazały, iż moc stacji transformatorowych przyłączanych do sieci rozsyłowej nie może przewyższać 250 kVA (6/0,4 kV), względnie 320 kVA (20/0,4 kV), ze względu na nadmierny koszt dostosowania sieci niskiego napięcia do rozprowadzenia tak dużych mocy.

4. Właściwa sieć rozdzielcza.

Zadaniem linii wchodzących w skład sieci rozdzielczej jest przesyłanie energii od głównych punktów zasilania do punktów redukcyjnych U_1/U_2. Linie te służą niekiedy również do przesyłania energii pomiędzy głównymi punktami zasilania (linie wyrównawcze).

Linie sieci rozdzielczej mogą być napowietrzne albo kablowe (w dużych miastach). Linie te mogą występować w następujących układach:

a) układ promieniowy,

a) Układ promieniowy. Układ ten jest pokazany na rys. 1. Punkty redukcyjne U_1/U_2 są zasilane przez linie o napięciu U_1, wychodzące z głównych punktów zasilania, którymi w danym przypadku są dwie elektrownie i dwie stacje transformatorowe U_0/U_1. Trzecia elektrownia oddaje moc na sieć okręgową o napięciu U_0 i obsługuje kilku pobliskich odbiorców na napięciu U_2.

Większość punktów redukcyjnych jest zasilana przez linie dwutorowe lub nawet trzytorowe w celu zwiększenia pewności ruchu. Niektóre jednak punkty są zasilane jednotorowo. Są to punkty mniejszego znaczenia. Uszkodzenie linii, zasilającej każdy z tych ostatnich punktów, musi za sobą pociągnąć stosunkowo dłuższą przerwę w dostawie energii. Na rys. 1 widać, że niektóre z takich punktów połączono po stronie wtórnego napięcia liniami na napięcie rozsyłowe U_2, żeby uzyskać rezerwę w ich zasilaniu. Przy

łączeniu poszczególnych punktów po stronie wtórnej należy ściśle przestrzegać zasady, aby wszystkie w ten sposób łączone punkty były zasilane z jednego tylko głównego punktu zasilania, ale odrębnymi torami. Po stronie wtórnej należy łączyć co najmniej po trzy punkty redukcyjne, przy czym należy upewnić się co do możliwości osiągnięcia pożądanego rozpływu prądów.

b) Układ pierścieniowy. Rys. 2 przedstawia rozwiązanie sieci rozdzielczej w układzie pierścieniowym dla tego samego obszaru co wyżej.

Każdy pierścień jest zasilany z głównego punktu zasilania. Pierścień obejmuje do pięciu punktów redukcyjnych. Pierścienie bywają jedno- i wielotorowe. Każdy punkt redukcyjny zasilany jest z dwóch stron liniami przebiegającymi wzdłuż różnych tras.

Linie sieci rozdzielczej o układzie pierścieniowym (analogicznie jak w przypadku układu promieniowego) nie łączą głównych punktów zasilania. Nie mogą więc służyć do wymiany energii pomiędzy głównymi punktami zasilania.

c) Układ sieci węzłowej. Węzłami sieciowymi są, jak wiadomo, punkty, do których energia może dopływać co najmniej z trzech stron. Większość punktów redukcyjnych przy układzie widocznym na rys. 3 kwalifikuje się do kategorii węzłów. Układ ten jest pewniejszy ruchowo aniżeli obydwa układy wymienione wyżej.

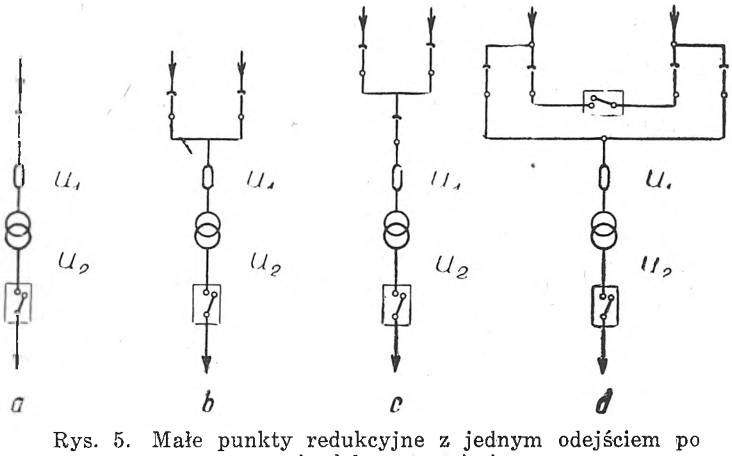
Omawiany układ umożliwia współpracę pomiędzy głównymi punktami zasilania. W układzie takim występuje jednak bardzo skomplikowany rozpływ prądów, problem zaś ochrony przekaźnikowej jest trudny i kosztowny. Układ sieci węzłowej jest bardzo rozpowszechniony w Ameryce (75% lokalnych sieci rozdzielczych).

d) Układ z liniami wyrównawczymi. Układem najczęściej stosowanym jest układ z liniami wyrównawczymi (rys. 4). Linie te łączą poszczególne główne punkty zasilania i zarazem zasilają punkty redukcyjne. Każdy z punktów redukcyjnych jest więc dwustronnie zasilany. Rozpływ prądów jest tu dość skomplikowany, ale nie w tym stopniu, co w przypadku sieci węzłowej. Zagadnienie ochrony przekaźnikowej jest prostsze niż w sieci węzłowej, jeżeli jedna linia wyrównawcza zasila niezbyt dużo punktów redukcyjnych. Łączenie w szereg więcej niż 5 do 6 punktów redukcyjnych podnosi nadmiernie czasy nastawienia przekaźników i komplikuje ochronę. Najlepsze wyniki osiąga się przy łączeniu w jedną linię wyrównawczą do pięciu punktów redukcyjnych.

W wielu lokalnych sieciach rozdzielczych — jak to zaznaczono wyżej — występuje zwykle więcej niż jeden z opisanych czterech rodzajów układów. Istnieje tendencja w kierunku stosowania układów prostszych, tj. układu promieniowego i pierścieniowego.

5. Punkty redukcyjne.

Głównym zadaniem punktów redukcyjnych jest obniżanie napięcia U_1 sieci rozdzielczej do napięcia U_2 sieci rozsyłowej, to jest do tego napięcia, które ze względów gospodarczych lepiej nadaje się do zasilania miejskich stacji transformatorowych (np. kiosków) lub innych odbiorów na wysokim napięciu. W punktach redukcyjnych odbywa się



Rys. 5. Małe punkty redukcyjne z jednym odejściem po stronie dolnego napięcia

poza tym regulacja napięcia oraz zabezpieczenie obwodów sieci rozsyłowej.

Schemat punktu redukcyjnego zależy, oczywiście, od układu sieci rozdzielczej.

Rys. 5 podaje cztery proste schematy punktów redukcyjnych stosowanych do zasilania małych miejscowości lub niewielkich obiektów przemysłowych. W punktach tych po stronie dolnego napięcia stosuje się zwykle wyłącznik, a przed transformatorem, po stronie napięcia U_1, tylko odłączniki mocy z bezpiecznikami. Odłączniki powinny, oczywiście, być zdolne do przerwania prądu magnesowania transformatora.

Bezpieczniki wysokiego napięcia o dużej mocy wyłączalnej stosuje się do ochrony transformatorów o mocy znamionowej do 800 kVA.

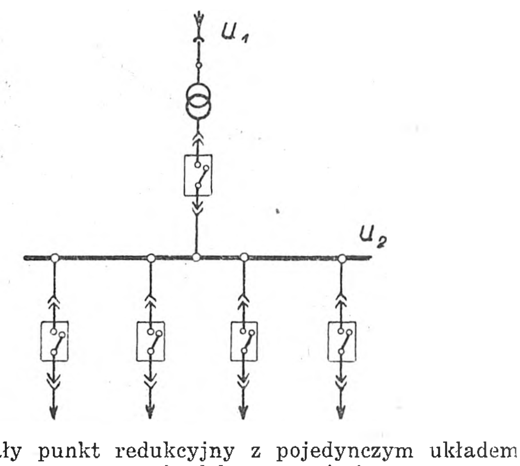
Bezpieczniki stosuje się do napięć nie przekraczających 30 kV. Moc wyłączalna bezpieczników wysokiego napięcia dochodzi do 500 MVA. Znamionowy prąd bezpieczników dochodzi:

przy 6 kV do 100 A,
„ 15 kV „ 40 A,
„ 20 kV „ 30 A,
„ 30 kV „ 20 A.

W schematach podanych na rys. 5 bezpieczniki wysokiego napięcia chronią od zwarć wewnętrznych w transformatorze, wyzwalacze zaś wbudowane w wyłącznik strony dolnego napięcia chronią transformator od przeciążeń. Należy pamiętać, że zadaniem bezpiecznika jest ochrona nie od przeciążeń, lecz od zwarć.

Do ochrony od zwarć w obwodzie dolnego napięcia można też użyć bezpieczników odpowiednio dobranych dla każdego z tych obwodów. Zwarcia po stronie napięcia rozsyłowego powinny być odłączane bezpiecznikami tego właśnie napięcia. Bezpieczniki górnego napięcia muszą więc być dobrane na wyższy prąd znamionowy niż prąd znamionowy transformatora. Według Siemensa do ochrony np. transformatora 15-kilowoltowego na prąd znamionowy 11,5 A należy użyć bezpieczników na prąd znamionowy 20 A.

Wadą bezpieczników jest odłączanie zwykle tylko na jednej lub na dwóch fazach. Wadę tę można usunąć przez po-



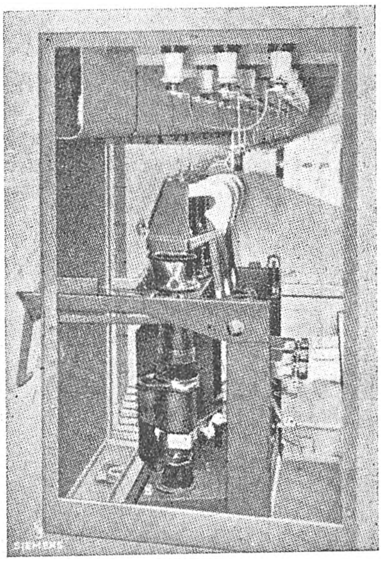
Rys. 6. Mały punkt redukcyjny z pojedynczym układem szyn po stronie dolnego napięcia

łączenie bezpieczników z trójfazowymi odłącznikami mocy, działającymi samoczynnie w chwili przepalania się topika.

Dalszą wadą bezpieczników są przerwy w ruchu konieczne do wymiany przepalonych topików. Taniość bezpieczników uzasadnia jednak ich stosowanie do ochrony od zwarć w urządzeniach niewielkich i mniejszej wagi.

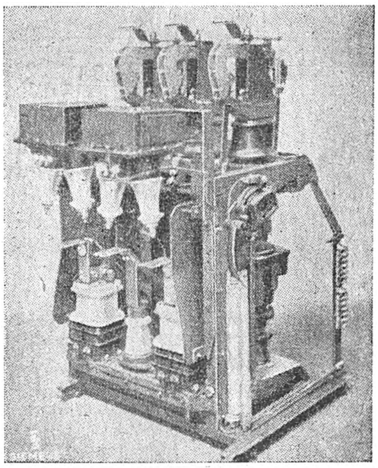
Pewność ruchu punktu redukcyjnego powiększy się, jeżeli będzie on zasilany przez dwie odrębne linie (rys. 5b-c-d). Przy takim sposobie zasilania punktu redukcyjnego jeden z odłączników liniowych jest normalnie otwarty. Gdy właściwa linia zasilająca zostanie uszkodzona, to punkt redukcyjny przełącza się na drugą rezerwową linię. Jeżeli obie linie zasilające mają być ze sobą stale połączone, wówczas stosuje się schemat jak na rys. 5d z wyłącznikiem łączącym obie linie.

Rys. 6 przedstawia schemat małego punktu redukcyjnego z pojedynczym układem szyn po stronie dolnego napięcia. Jest to typ dość rozpowszechniony. Zasilanie odbywa się przez jedną linię zasilającą. Szyny dolnego napięcia (U_2) mogą być zwykle połączone przez linie odejściowe z takimi samymi szynami sąsiednich punktów redukcyjnych tegoż typu.



Rys. 7. Element baterii okapturzonej w wykonaniu Siemensa (R 10)

Rozwiązaniem nowoczesnym, dającym dobre wyniki eksploatacyjne i gospodarcze, jest zastosowanie dla stacji omawianego typu okapturzonych rozdzielni z wyłącznikami wysuwanymi (ob. niżej). W niektórych krajach o rozwiniętej elektryfikacji rezygnuje się w polach transformatorów dość dużej mocy nie tylko z ochrony różnicowej, lecz nawet z ochrony podmuchowo-gazowej (Buchholz), a wyłącznik stosuje się tylko po stronie dolnego napięcia; po stronie górnego napięcia stosuje się odłącznik zdolny do przerwania prądu magnesowania transformatora. Wyłącznik umożliwia wyłączenie transformatora lub linii dla celów naprawczych. Wyłączenie takie nie powoduje otwarcia sieci rozsyłowej i nie powoduje przerwy w dostawie energii, jeżeli sąsiednie punkty redukcyjne są zasilane przez odrębne linie zasilające, posiadają dostateczną rezerwę mocy w zainstalowanych transformatorach i są połączone z rozpatrywanym punktem liniami rezerwowymi po stronie napięcia U_2 o wystarczającej zdolności przesyłowej.



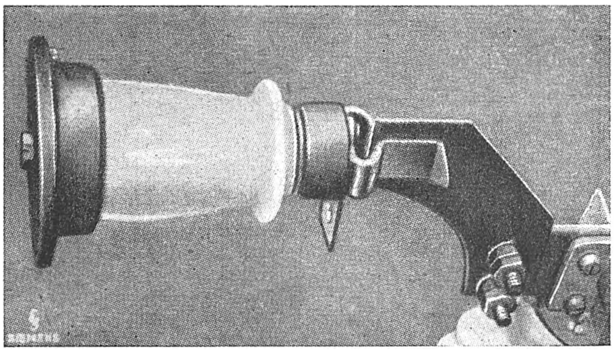
Rys. 8. Przekładniki na wózku

Punkt redukcyjny wg rys. 6 ma, oczywiście, zastosowanie w promieniowej sieci rozdzielczej.

Jeżeli na napięciu U_2 przewiduje się kilka odejść i zachodzi potrzeba urządzenia szyn (zwykle pojedynczy układ szyn), wówczas stosuje się w niektórych krajach baterie okapturzone w wykonaniu wnętrzowym lub zewnętrznym, jeżeli, oczywiście, wszystkie dojścia szyn są kablowe.

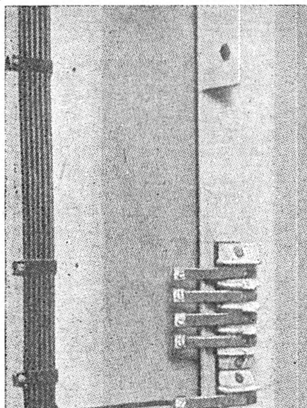
Rys. 7 przedstawia jeden z elementów takiej wnętrzowej baterii okapturzonej w wykonaniu firmy Siemens. Szyny są tu ułożone na izolatorach wsporczych, osadzonych na pułapie celki, i biegną przez otwory w blaszanej ściance działowej do celki sąsiedniej. Ścianki działowe mogą być podwyższone aż do pułapu i wtedy zakłada się w nich izolatory przepustowe dla szyn. Obudowa celek wraz z aparaturą pomiarową i ochronną, z szynami i głowicami kablowymi, stanowi nieruchomą część baterii rozdzielczej. Ruchomą częścią są wózki z wyłącznikami ekspansyjnymi wraz z napędem i z przekładnikami (rys. 8).

Po wsunięciu wózka do celi zamyka się obwód od szyn do głowicy kablowej przez wyłącznik i przekładniki prądowe (wykonanie styku ruchomego dla obwodu wysokiego napięcia uwidocznione jest na rys. 9), obwody wtórne przekładników (rys. 10) i obwód uziemień. Pokrycie blachą jest na tyle szczelne, że bateria może pracować w pomieszczeniach zadymionych lub z wodą kapiącą (huty, walcownie, kopalnie itp.).



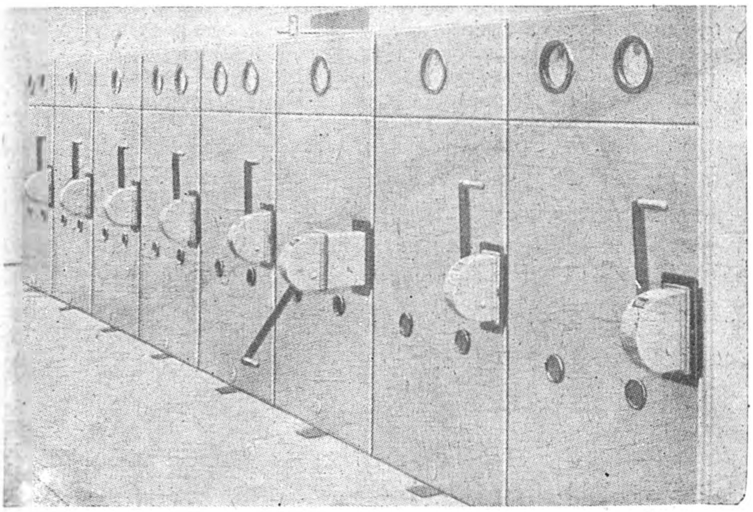
Rys. 9. Styk dla obwodu wysokiego napięcia

Wsunięcie i wysunięcie wózka możliwe jest tylko przy wyłączonym wyłączniku. Drzwi celki mogą zostać otwarte tylko wtedy, gdy wózek został wysunięty do tzw. położenia granicznego, tj. gdy przerwy pomiędzy nożami na przekładnikach prądowych a szczękami na izolatorach, osadzonych na tylnej ściance celki, odpowiadają odległości przeskoku w powietrzu, bezpiecznej dla danego napięcia. Wyłączniki są zwykle o napędzie ręcznym; mogą być jednak również o napędzie powietrznym lub silnikowym. Przy prądach znamionowych ponad 1000 A stosuje się w wyłącznikach okrągłe sworznie stykowe oraz szczęki tulipanowe.



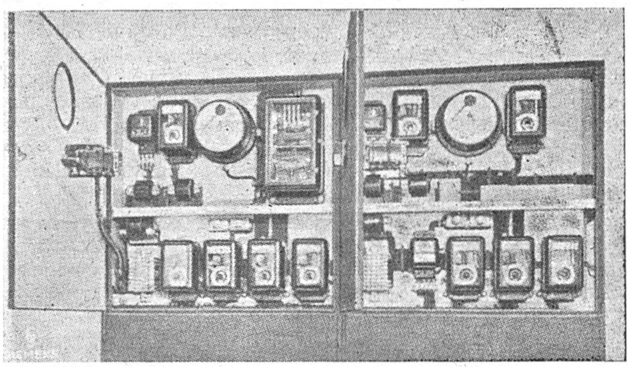
Rys. 10. Styki dla obwodów wtórnych przekładników

Baterie są wykonywane dla napięć 3, 6, 10 kV (R 10) przy mocach zwarcia 100 MVA oraz 200 MVA na prądy znamionowe do 2000 A. Wykonywane są też i dla napięć 15 kV oraz 20 kV (R 20) na 200 MVA, do 1000 A.



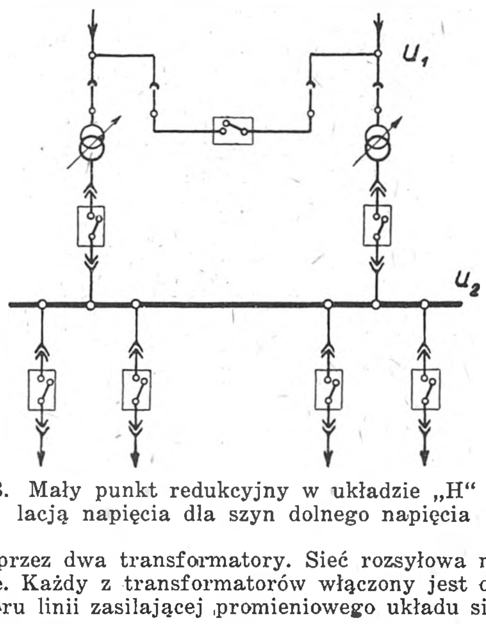
Rys. 11. Widok baterii okapturzonej

Rys. 11 przedstawia widok baterii z pojedynczym układem szyn. Na trzecim polu (licząc od strony prawej) wózek jest wysunięty do położenia granicznego. Rys. 12 podaje sposób montażu przyrządów pomiarowych i przekaźników.

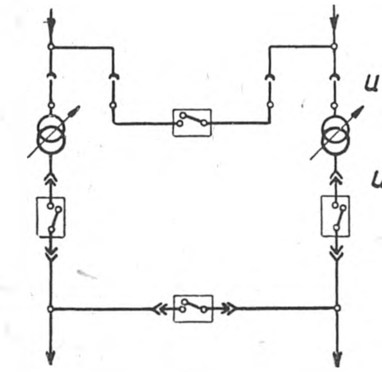


Rys. 12. Sposób montażu przyrządów pomiarowych i przekaźników

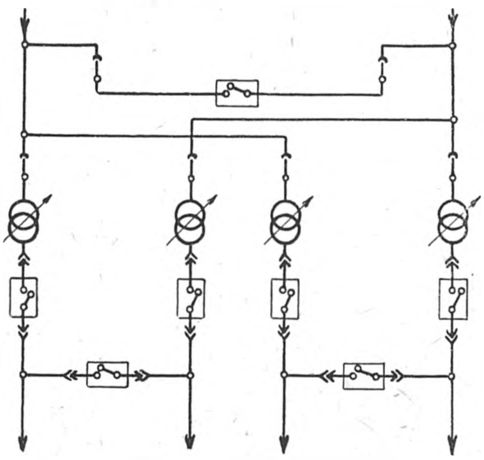
Na rys. 13 podany jest schemat „H" dla punktu redukcyjnego z regulacją napięcia dla szyn U_2. Szyny te są zasilane przez dwa transformatory. Sieć rozsyłowa ma tory otwarte. Każdy z transformatorów włączony jest do osobnego toru linii zasilającej promieniowego układu sieci rozdzielczej lub do odrębnych linii zasilających (np. przy pierścieniowym układzie sieci rozdzielczej). Pomiędzy dwiema liniami zasilającymi występuje charakterystyczny dla tego schematu element łączący: w konkretnym przykładzie — wyłącznik. Jeżeli zasilanie punktu redukcyjnego odbywa się przez linię dwutorową, wówczas może być pominięty wyłącznik sprzęgający te tory. Uszkodzenie jednego z torów lub jednego z transformatorów powoduje wtedy wyrzucenie wyłącznika strony dolnego napięcia na uszkodzonym polu oraz wyrzucenie wyłącznika na początku właściwego toru zasilającego. Pozostały transformator przejmuje wtedy całkowite obciążenie strony dolnego napięcia. Aby powiększyć obciążalność transformatorów w takich punktach redukcyjnych, urządza się często dodatkowe wzmożone chłodzenie powietrzne, uruchamiane samoczynnie po wyłączeniu jednego z transformatorów. Rezygnuje się tu niejednokrotnie z ochrony transformatorów przez przekaźniki gazowe (Buchholz).



Rys. 13. Mały punkt redukcyjny w układzie „H" z regulacją napięcia dla szyn dolnego napięcia



Rys. 14. Mały punkt redukcyjny w układzie „H" z regulacją napięcia oddzielnie dla każdego z dwu odejść dolnego napięcia

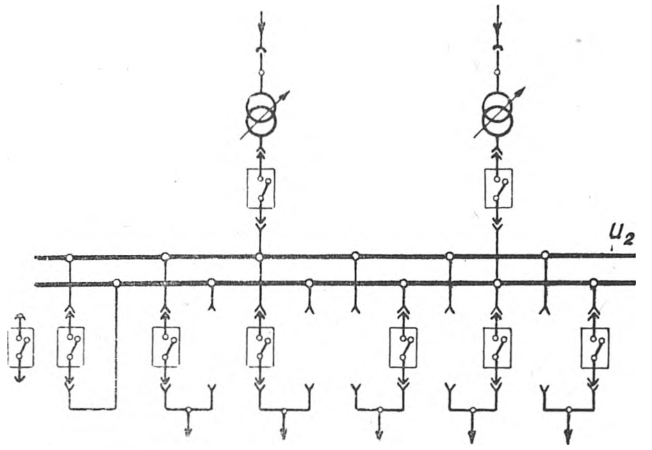


Rys. 15. Punkt redukcyjny średniej wielkości z regulacją napięcia oddzielnie dla każdego z odejść dolnego napięcia

Rys. 14 podaje schemat małego punktu redukcyjnego też w układzie „H", lecz posiadającego tylko po jednym odejściu z zacisków każdego transformatora (bez szyn dolnego napięcia). Regulacja napięcia odbywa się indywidualnie dla każdego z odejść. Wyłącznik łączący te odejścia normalnie jest otwarty, natomiast wyłącznik sprzęgający po stronie górnego napięcia jest normalnie zamknięty. Uszkodzenie jednego z transformatorów powoduje wyłączenie odnośnej linii zasilającej i wyłącznika, sprzęgającego obie linie zasilające. Uszkodzony transformator zostaje w ten sposób wyłączony spod napięcia. Pod działaniem cewki zanikowej wyrzuca następnie wyłącznik po stronie dolnego napięcia w polu uszkodzonego transformatora. W dalszej kolejności zamyka się wyłącznik sprzęgłowy po stronie dolnego napięcia. Odbiory są więc nadal zasilane po krótkotrwałej przerwie. Wszystkie wyżej wymienione czynności łączeniowe są wykonywane samoczynnie. Gdy uszkodzenie zostanie usunięte i do odpowiedniego transformatora będzie ponownie doprowadzone napięcie,

wówczas odejście jego zostanie przełączone na zasilanie według schematu normalnego.

Rys. 15 podaje schemat punktu redukcyjnego, złożonego niejako z dwu schematów typu „H". Nie ma tu ani szyn górnego ani szyn dolnego napięcia. Punkt redukcyjny może

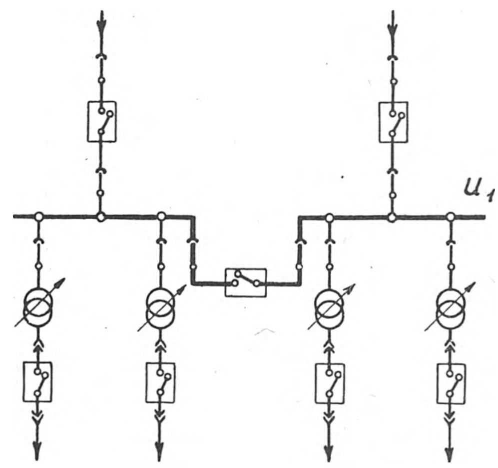


Rys. 16. Punkt redukcyjny średniej wielkości z regulacją napięcia oddzielnie dla każdej z dwu grup odejść dolnego napięcia

się dowolnie rozrastać bez powiększania mocy zwarcia na zaciskach wyłączników dolnego napięcia.

Inny schemat punktu redukcyjnego podaje rys. 16. Każdy z dwóch transformatorów jest zasilany przez odrębne linie górnego napięcia i jest połączony z własnymi szynami dolnego napięcia. Układy szyn dolnego napięcia posiadają wyłącznik sprzęgłowy. Zapasowy wyłącznik umożliwia szybkie przerzucenie każdego z odejść z jednego układu szyn na drugi. Wyłącznik sprzęgający jest normalnie otwarty i na każdym z układów szyn utrzymywane jest napięcie

przełączona na właściwe zasilanie. Oba transformatory w zasadzie nigdy nie pracują równolegle z wyjątkiem krótko trwającego i w normalnych warunkach rzadko zdarzającego się przypadku przerzucania któregoś odbioru z jednego układu szyn na drugi.

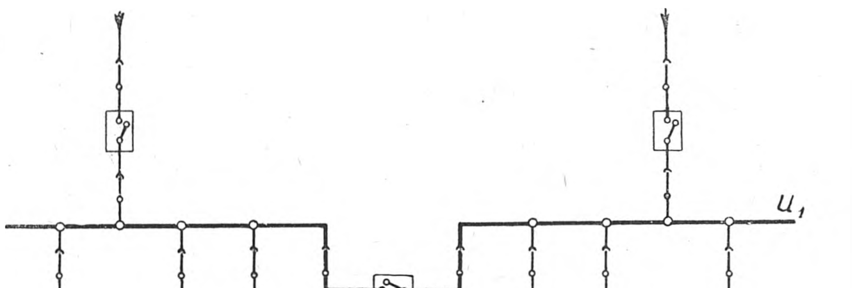


Rys. 17. Punkt redukcyjny średniej wielkości złożony z elementów przyłączonych do dzielonych szyn górnego napięcia

Rys. 17 przedstawia schemat punktu redukcyjnego z wyłącznikiem w każdej linii zasilającej górnego napięcia i z wyłącznikiem na każdym odbiorze. Szyny górnego napięcia są dzielone przez wyłącznik. Regulacja napięcia jest indywidualna dla każdego z odejść. Schemat ten jest stosowany dla U_1 poniżej 35 kV i gdy moc wyłączalna wyłączników może nie przekraczać 500 MVA.

Na rys. 18 przedstawiony jest schemat punktu redukcyjnego średniej wielkości z regulacją napięcia indywidualnie dla każdego z odejść, z szynami górnego i dolnego na-

Rys. 18. Punkt redukcyjny średniej wielkości z regulacją napięcia oddzielnie dla każdego z odejść dolnego napięcia, z szynami dla obu napięć, z rezerwowym transformatorem



w takiej wysokości, jaka wymagana jest przez każdą z obu grup odbiorów (analogia do schematu podanego na rys. 14). W wypadku zaniku lub znacznego obniżenia się napięcia, spowodowanego zakłóceniem na linii zasilającej lub w transformatorze, samoczynnie wyrzuca wyłącznik w polu transformatora i zamyka się wyłącznik sprzęgający szyny. Cała więc grupa odbiorów po krótkiej przerwie w dostawie energii zostaje przyłączona do drugiego transformatora. Gdy napięcie uszkodzonego zasilania powraca do normalnej wysokości, omawiana grupa odbiorów zostaje samoczynnie

pięcia oraz z transformatorem rezerwowym. Transformator ten może być przyłączany do dowolnej sekcji szyn górnego napięcia. Posługując się rezerwowym wyłącznikiem wysuwanym, można każde z odejść włączyć na szyny dolnego napięcia i zasilać je przez transformator rezerwowy. Takie przerzucanie zasilania może odbyć się bez przerwy w dostawie energii.

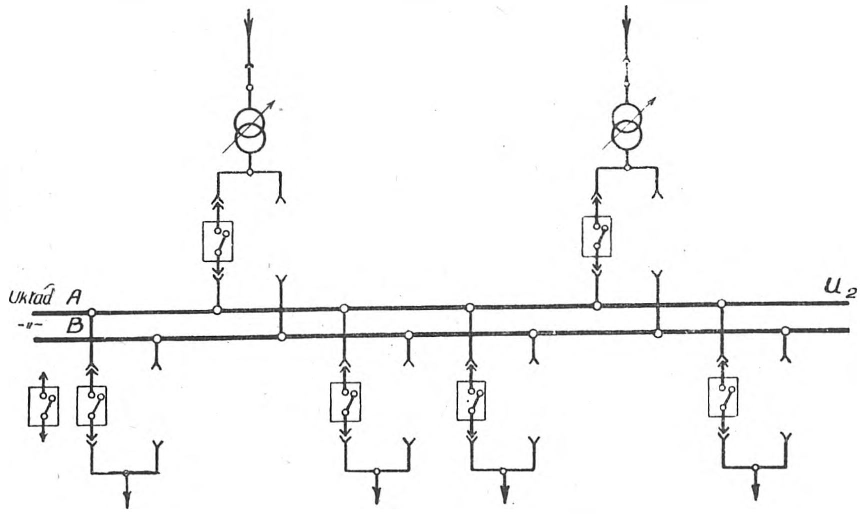
Punkt redukcyjny z rys. 18, jak i punkt z rys. 17, mogą być rozbudowywane do dowolnej liczby odbiorów bez po-

większania mocy zwarcia na wyłącznikach poszczególnych odejść.

Schemat pokazany na rys. 19 stosuje się do punktów re-

a) szyny górnego napięcia (napięcie sieci rozdzielczej) są pojedyncze i dzielone;

b) transformatory są przyłączone tylko przez odłączniki



Rys. 19. Punkt redukcyjny średniej wielkości z równoległą pracą transformatorów po stronie dolnego napięcia

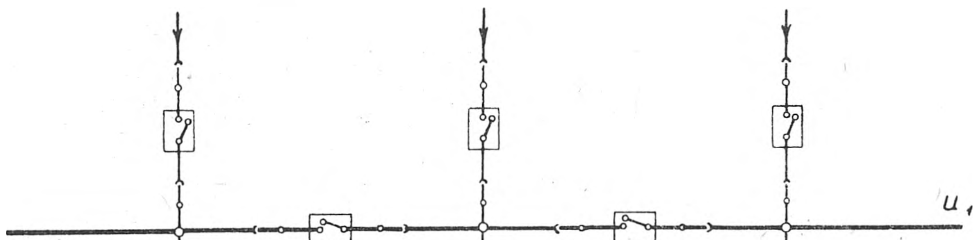
dukcyjnych, które zasilają bardzo ważne odbiory, wymagające wysokiego stopnia ciągłości dostawy energii. Każdy transformator jest zasilany przez odrębną linię. Transformatory w normalnych warunkach pracują równolegle po stronie dolnego napięcia — na szynach *A*. Istnieje możliwość przerzucenia transformatorów i odbiorów na szyny *B* za pomocą zapasowego wyłącznika. Napięcie jest regulowane na szynach, a nie na odbiorach.

do poszczególnych sekcji szyn górnego napięcia;

c) każda z sekcji górnego napięcia jest zasilana przez osobną linię sieci rozdzielczej; na każdym polu zasilającym jest wyłącznik;

d) wyłączniki dzielące szyny górnego napięcia są normalnie zamknięte;

e) poszczególne sekcje i należące do nich transformatory są zwykle objęte ochroną różnicową;



Rys. 20. Punkt redukcyjny dużej mocy z dzieleniem szyn górnego napięcia oraz z szynami głównymi i przerzutowymi dolnego napięcia

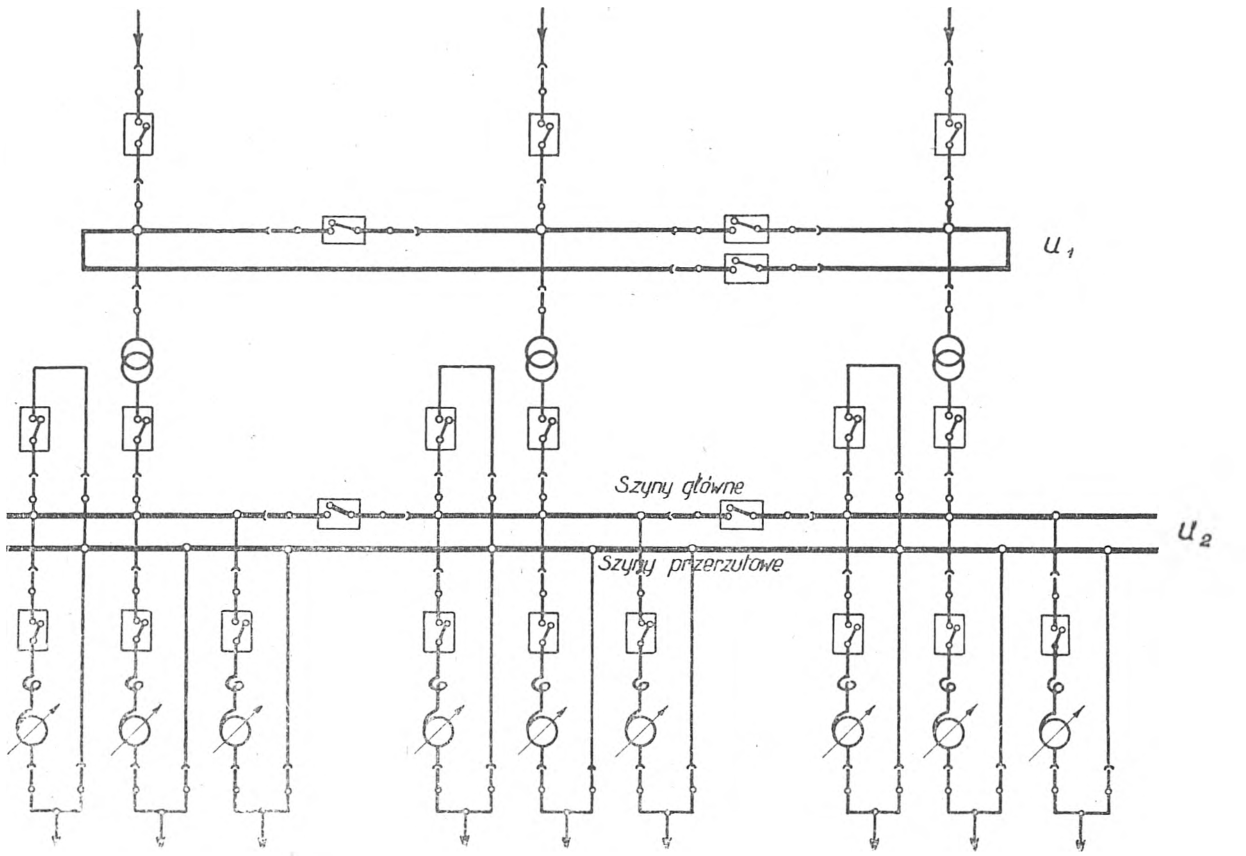
Rys. 20 do 24 przedstawiają schematy punktów redukcyjnych dużych mocy z indywidualną regulacją napięcia dla poszczególnych odejść sieci rozsyłowej.

Na rys. 20 pokazany jest stosunkowo bardzo rozpowszechniony schemat punktu rozdzielczego. Schemat ten charakteryzują następujące właściwości:

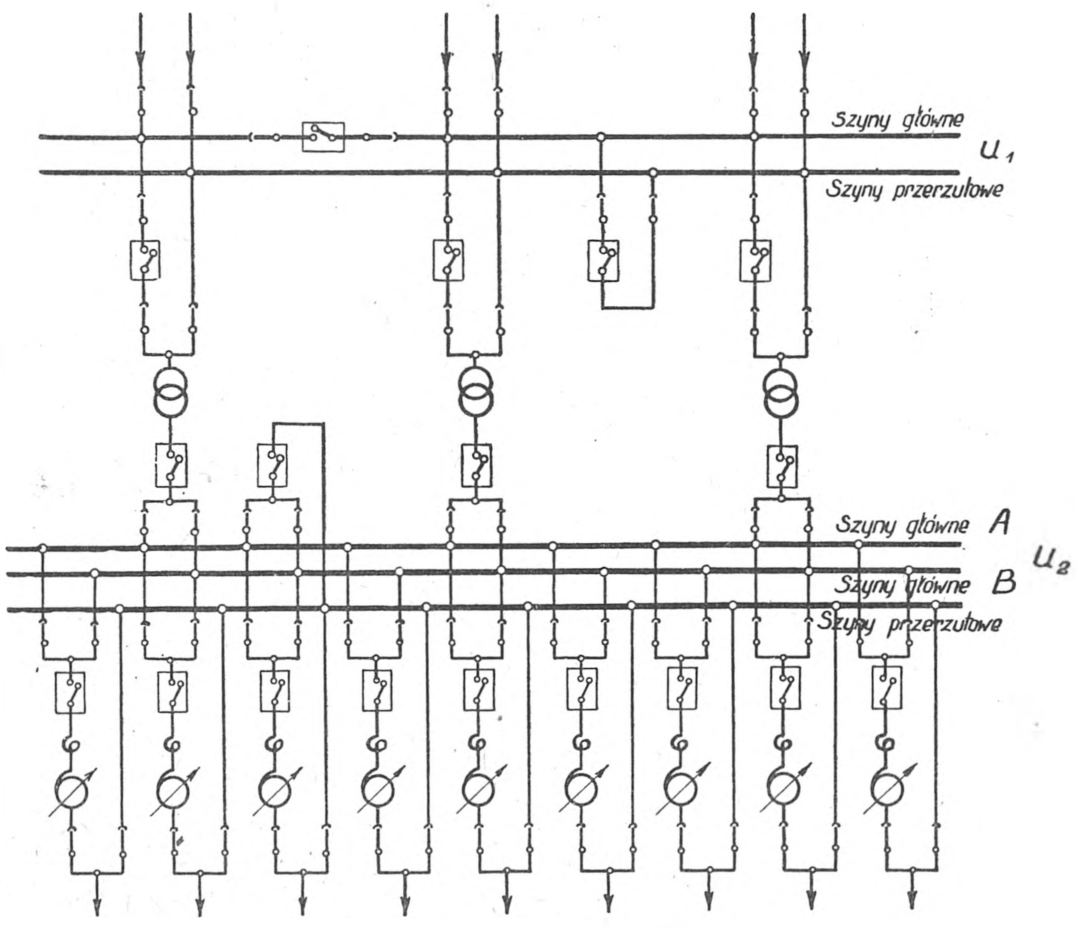
f) pojedyncze szyny główne dolnego napięcia i szyny przerzutowe sprzęgnięte są wyłącznikiem;

g) każdy transformator jest przyłączony przez wyłącznik do głównych szyn dolnego napięcia;

h) każda z linii sieci rozsyłowej jest przyłączona do głównych szyn dolnego napięcia przez wyłącznik; często



Rys. 21. Punkt redukcyjny dużej mocy z pierścieniowym układem szyn górnego napięcia oraz z dzieleniem szyn głównych dolnego napięcia i z szynami przerzutowymi dolnego napięcia



Rys. 22. Punkt redukcyjny dużej mocy z szynami głównymi i przerzutowymi górnego napięcia oraz z podwójnymi szynami głównymi i szynami przerzutowymi dolnego napięcia

w każdą z tych linii włącza się cewkę dławikową oraz autotransformator regulacyjny;

i) po obu stronach każdego z wyłączników są odłączniki dla umożliwienia konserwacji i remontu wyłączników.

Nieco odmienny schemat podany jest na rys. 21. Różnica występuje w następujących punktach:

a) szyny górnego napięcia (napięcie rozdzielcze) tworzą pierścień, podzielony na sekcje;

b) główne szyny dolnego napięcia (napięcie rozsyłowe) są dzielone;

c) pomiędzy każdą sekcją głównych szyn dolnego napięcia a szynami przerzutowymi jest wyłącznik sprzęgłowy;

d) każda z sekcji głównych szyn dolnego napięcia jest zasilana przez osobny transformator.

Dzięki takiemu schematowi istnieje możliwość połączenia z sobą skrajnych sekcji górnego napięcia. Analogicznie do schematu, podanego na rys. 20, i tu istnieje możliwość przełączenia każdego z odejść dolnego napięcia na szyny przerzutowe celem wykonywania robót konserwacyjnych przy wyłącznikach, autotransformatorach i dławikach w polu tego odejścia. Podział głównych szyn na sekcje pozwala na wykonanie napraw lub rozbudowy w dowolnej sekcji oraz na lokalizację zakłóceń ruchowych do jednej sekcji w przypadku jakiegokolwiek uszkodzenia na szynach głównych. Szyny przerzutowe zwykle nie są dzielone; niekiedy stosuje się podział tych szyn odłącznikami.

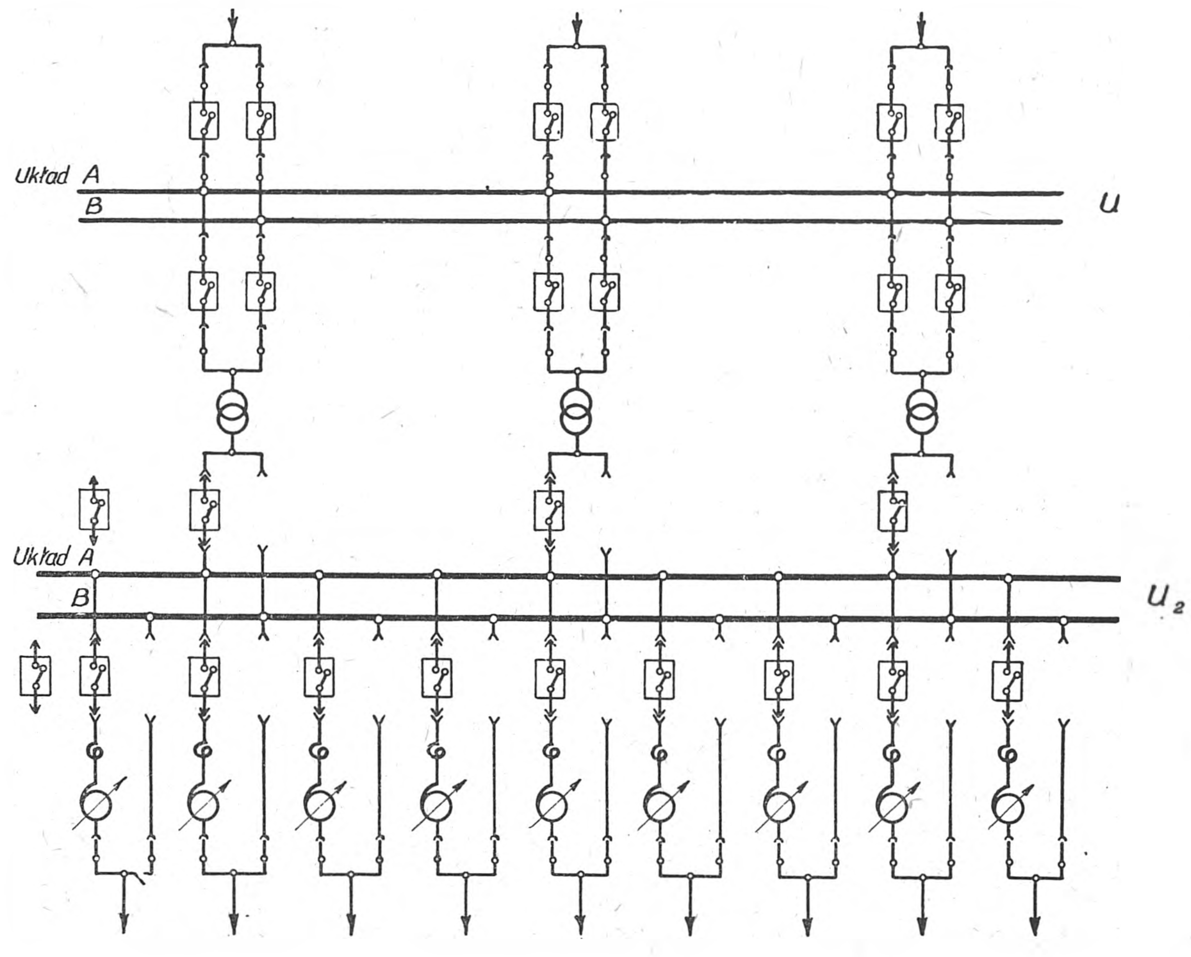
Wprowadzenie szyn przerzutowych także po stronie górnego napięcia zezwala na remont wyłącznika liniowego lub remont wyłącznika górnego napięcia w polu transformatora bez konieczności wyłączania z ruchu odnośnej linii zasilającej lub transformatora. Schemat taki pokazany jest na rys. 22. Zastosowanie podwójnego układu szyn głównych po stronie napięcia U_2 oraz szyn przerzutowych zezwala na wykonywanie remontu lub innych robót na każdym z tych dwóch głównych układów szyn przy normalnym ruchu całości rozpatrywanego punktu redukcyjnego i przy normalnych zabezpieczeniach każdego z jego obwodów.

Schemat podany na rys. 22 ma jeszcze następujące cechy:

a) Dwa transformatory są przyłączone do jednej sekcji głównych szyn górnego napięcia, a trzeci transformator — do drugiej sekcji. W przyszłości można do tej drugiej sekcji przyłączyć dla symetrii jeszcze jeden transformator. Każdy z transformatorów jest przyłączony do szyn górnego napięcia przez wyłącznik (zamiast przez odłącznik, jak to było na rys. 20 i 21) w myśl ogólnej zasady, która brzmi: jeżeli do jednej sekcji górnego napięcia przyłącza się więcej niż jeden transformator, wówczas każdy z tych transformatorów powinien być przyłączany przez wyłącznik, aby móc zlokalizować zakłócenie ruchu, powstałe skutkiem uszkodzenia transformatora, tylko do pola uszkodzonego transformatora, a nie rozszerzać zakłócenia na całą sekcję.

b) Zastosowano tylko jeden wyłącznik sprzęgający pomiędzy szynami głównymi a przerzutowymi górnego napięcia. Jest to rozwiązanie oszczędne i wystarczające z uwagi na małą ilość sekcji. Gdy druga strona sekcji górnego napięcia rozbuduje się, można będzie zainstalować w niej drugi wyłącznik sprzęgający analogicznie do strony dolnego napięcia na rys. 21.

c) Każdy z transformatorów może być przez jeden tylko wyłącznik i przez jeden z dwu odłączników przyłączony do dowolnego układu głównych szyn dolnego napięcia (*A* lub *B*). Wynikiem takiego schematu jest to, że normalnie wszystkie transformatory i wszystkie odejścia są przyłą-

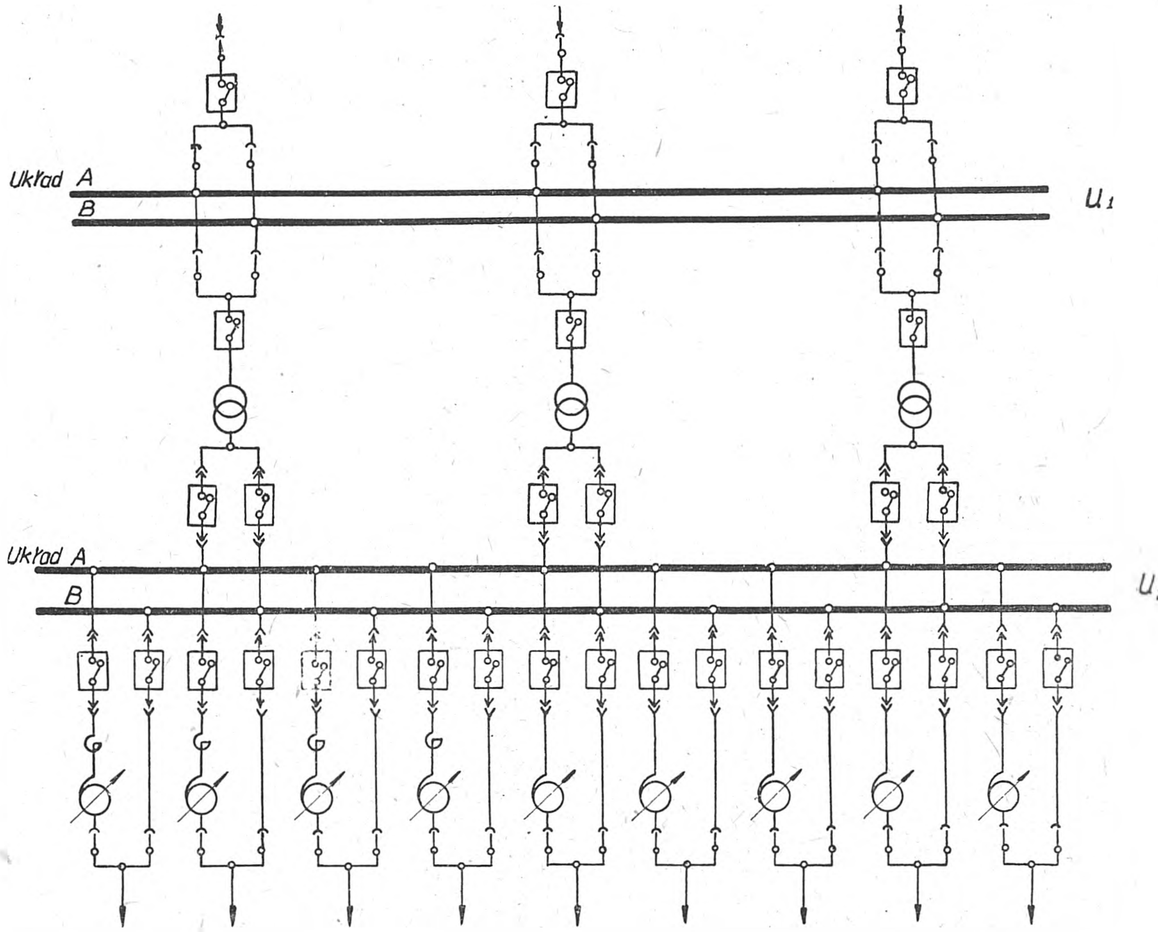


Rys. 23. Punkt redukcyjny dużej mocy z podwójnymi szynami i z podwójnymi wyłącznikami po stronie górnego napięcia oraz z podwójnymi szynami i z rezerwowym wyłącznikiem po stronie dolnego napięcia (wyłączniki wysuwane z cęlek)

czone do jednego układu głównych szyn dolnego napięcia. Układ drugi jest przeto układem rezerwowym.

Zastosowanie podwójnego układu szyn i z podwójnymi wyłącznikami po stronie górnego napięcia (rys. 23) jest kosztowne. Może więc być użyte w dużych i ruchowo bardzo ważnych punktach redukcyjnych. Schemat ten pozwala

Punkt redukcyjny według schematu podanego na rys. 24 został wyposażony po stronie górnego napięcia w podwójny układ szyn i tylko w pojedyncze wyłączniki na każdym z pól. Taki schemat stosuje się tam, gdzie można wyłączyć — np. dla przeprowadzenia robót konserwacyjnych przy którymkolwiek z wyłączników górnego napięcia — jedną



Rys. 24. Punkt redukcyjny dużej mocy z podwójnymi szynami, lecz pojedynczymi wyłącznikami dla górnego napięcia oraz z podwójnymi szynami i podwójnymi wyłącznikami po stronie dolnego napięcia

na wykonywanie napraw przy dowolnym wyłączniku lub na prowadzenie rozbudowy albo konserwacji szyn przy zachowaniu normalnych połączeń i zabezpieczeń. Schemat podany na rys. 23 został skonstruowany z uwzględnieniem użycia dwóch wyłączników wysuwanych po stronie dolnego napięcia, co zezwala na dokonywanie odpowiednich przełączeń, zapewnia rezerwę wyłącznikową i umożliwia przeprowadzenie robót konserwacyjnych przy autotransformatorze lub cewce dławikowej. Schemat taki coraz bardziej się obecnie rozpowszechnia. Normalnie pracuje jeden układ szyn górnego oraz jeden układ szyn dolnego napięcia. Układ drugi traktowany jest jako układ rezerwowy, gotowy do pracy w każdej chwili. Posiadanie dwu zapasowych wyłączników umożliwia pracę wszystkich transformatorów z jednym z układów szyn przy jednoczesnym zasilaniu jednym z tych transformatorów drugiego układu szyn. Zazwyczaj urządzenia górnego napięcia wykonuje się jako zewnętrzne, a tylko urządzenia dolnego napięcia jako wnętrzowe. Transformatory ustawia się pod gołym niebem.

z linii zasilających lub jeden z transformatorów bez obawy przeciążenia pozostałych urządzeń. Analogicznie do schematu z rys. 23 pola dolnego napięcia zostały wyposażone w wyłączniki wysuwane z celek z tą jednak różnicą, że na rys. 24 wszystkie pola mają pełne wyposażenie w wyłączniki.

Podane w niniejszym artykule układy i schematy nie wyczerpują wszystkich, które są stosowane obecnie, obejmują jednak układy najbardziej charakterystyczne i wskazują współczesne tendencje rozwojowe, oparte na doświadczeniu, dyktowanym potrzebami terenu.

LITERATURA

Prawiła ustrojstwa elektrotiechniczeskich ustanowok. 1950

Cejtlin M. J. Wybor schiem i paramietrow raspriedielitielnych systiem. Elektriczestwo, 1950, z. 6

Jermiłow A. A. Osnownyje princypy postrojenja transformatornych podstancyj prompredprijatij. Elektriczestwo, 1950, z. 1

Siemens-Schuckertwerke. Stahlgekapselte Hochspannungs-Schaltfelder mit ausfahrbaren Expansionsschaltern

Electric power distribution system, komunikat A. I. E. E., Electrical Engineering, 1948, z. 11

Plan 6-letni, to plan likwidacji naszej słabości — zacofania, a więc i bezbronności.

Plan 6-letni — plan wyrwania Polski z zacofania okresu kapitalistycznego, plan przekształcenia Polski z ubogiego kraju w kraj silny i bogaty — polski lud pracujący wykonuje i będzie wykonywał z nadwyżką. Któż może zaprzeczyć, że ta wielka pokojowa praca stanowi główny wysiłek i główną troskę narodu polskiego? I że naród polski ma świadomość, że tą swoją potężną, ofiarną i szlachetną pracą umacnia niepodległość Polski i umacnia pokój na świecie?

B. BIERUT

MGR INŻ. L. ZIENKOWSKI

Zagadnienie redukcji typów i wielkości maszyn elektrycznych

Treść. Artykuł omawia znaczenie gospodarcze ograniczenia liczby typów w poszczególnych seriach maszyn elektrycznych, które pozwoli pokryć zapotrzebowanie użytkowników, umożliwiając równocześnie zwiększenie skali produkcji. Jako przykład założeń, na których powinno się oprzeć ustalenie typów i wielkości, omówiono szczegółowiej silniki asynchroniczne małej i średniej mocy, stanowiące przeważającą część produkcji maszyn elektrycznych.

Вопросы установления типов и величин электрических машин. Обсуждается экономическое значение ограничения числа типов и величин электрических машин, которое позволит удовлетворить потребности заказчиков и вместе с тем увеличить производительность заводов. В качестве примера тех положений, на которых должно быть основано ограничение, рассмотрены асинхронные двигатели малой и средней мощности, составляющие главную часть производства электрических машин.

The problem of restricting the number of types and sizes of electric machinery. The article deals with the economic importance of restricting the number of types and sizes of individual series of electrical machinery which, while enabling the requirements of consumers to be met, would make possible an increase in the scale of production. The article, to exemplify the considerations on which such restriction of the number of types and sizes should be based, deals in a detailed manner with low and medium rated asynchronous motors as constituting the major part of electrical machinery produced.

1. Uwagi ogólne.

Plan 6-letni stawia przed przemysłem maszyn elektrycznych dwojakie zadanie:

a) kilkakrotne zwiększenie wielkości produkcji stosownie do planowanego wzrostu mocy zainstalowanej w elektrowniach i związanego z tym wzrostu zapotrzebowania maszyn elektrycznych i transformatorów;

b) uruchomienie produkcji szeregu nowych asortymentów, jak turbogeneratory, ciężkie maszyny prądu stałego dla górnictwa i hutnictwa, silniki trakcyjne dla trakcji dalekobieżnej i kolei szybkiej podziemnej, specjalne silniki asynchroniczne do maszyn górniczych, maszyny prądu stałego w tzw. wykonaniu morskim, transformatory trójuzwojeniowe i wiele innych.

Do zrealizowania tak wielkich zadań konieczna jest pełna mobilizacja aparatu produkcyjnego i jak najbardziej racjonalne jego wykorzystanie.

Z pośród różnych czynników, wpływających na zwiększenie zdolności produkcyjnej zakładów wytwórczych, jednym z podstawowych jest redukcja odmian wyrobów, produkowanych seryjnie. Racjonalne ustalenie produkowanego asortymentu typów i wielkości, dostosowanego do istotnych potrzeb rynku, umożliwia zwiększenie seryjności produkcji, ze wszystkimi jej dodatnimi skutkami, jak ułatwienie zaopatrzenia, obniżenie kosztów własnych, skrócenie okresu produkcyjnego itd.

W gospodarce kapitalistycznej większość firm, w celu zjednania sobie odbiorców, starała się dostosowywać się do ich indywidualnych wymagań, choćby gospodarczo i technicznie nie zawsze uzasadnionych. W połączeniu z nieskoordynowaną działalnością poszczególnych firm konkurencyjnych powodowało to wprowadzenie na rynek niewspółmiernej do istotnych potrzeb ilości różnorodnych typów i odmian maszyn. Zjawisko to daje się zaobserwować nawet w tak stosunkowo mało uprzemysłowionym kraju, jak Polska przedwojenna. Przetrwało ono z konieczności do okresu powojennego, gdy uspołecznione zakłady wytwórcze musiały w początkowym okresie kontynuować produkcję, opartą na przedwojennej dokumentacji. Stan ten nie może być jednak tolerowany na dłuższą metę w planowej gospodarce socjalistycznej. Uporządkowanie produkcji maszyn elektrycznych pod tym kątem widzenia staje się w chwili obecnej jednym z najbardziej pilnych zadań.

Ważność zagadnienia unifikacji typów i wielkości maszyn w naszej gospodarce narodowej została specjalnie podkreślona w referacie wicepremiera H. Minca, wygłoszonym na VI Plenum KC PZPR, gdzie czytamy: „Pomimo tego, że sprawa ta jest już całkowicie jasna i że na wielu przykładach w oparciu o doświadczenia i wzory radzieckie zostało wykazane, jak wiele może dać unifikacja i w jak znacznym stopniu może przyśpieszyć rozwój przemysłu, praktyczne wprowadzanie unifikacji w życie przebiega z poważnymi oporami i z wielkim opóźnieniem".

Unifikacja typów i wielkości stwarza pozorny konflikt między producentem, dla którego stanowi oczywistą korzyść, i użytkownikiem, którego swoboda w doborze typu i danych znamionowych maszyny staje się w pewnym stopniu ograniczona. Niewątpliwie konieczność dostosowywania się użytkownika do zunifikowanych serii maszyn wymaga niekiedy pewnych odchyleń od najkorzystniejszego dla danych warunków doboru maszyny. Przy racjonalnie pomyślanej serii odchylenia te nie powinny być jednak zbyt uciążliwe, w skali zaś ogólnokrajowej efekt normalizacji równoważy z nadwyżką wysiłek dostosowania się do niej i kompensuje doraźne koszty użytkownika, które mogą być niekiedy z tym przystosowaniem związane. Wreszcie należy mieć na uwadze, że najdalej posunięta typizacja nie może wykluczać wykonywania odmian specjalnych w wypadkach uzasadnionej konieczności.

W gospodarce ZSRR wątpliwości na ten temat zostały rozstrzygnięte na korzyść daleko posuniętej i ściśle przestrzeganej unifikacji. Literatura techniczna i bezpośrednie stykanie się z techniką radziecką pozwalają zaczerpnąć stamtąd wiele cennych wskazówek.

Podstawowe przesłanki, na których winna oprzeć się normalizacja typów i wielkości maszyn elektrycznych, można ująć w kilku niżej omawianych punktach. Ponieważ zagadnienie to odgrywa istotną rolę przede wszystkim tam, gdzie wchodzi w grę produkcja seryjna, ograniczamy się w tych rozważaniach do silników asynchronicznych małej i średniej mocy, stanowiących główną część produkcji maszyn wirujących.

2. Stopniowanie mocy.

Pierwszym krokiem ku unifikacji maszyn elektrycznych musi być ustalenie właściwej siatki mocy w poszczególnych seriach typów.

Jak wynika z katalogu Centrali Handlowej Przemysłu Elektrotechnicznego, w zakresie mocy od 0,5 kW do 100 kW produkowane były do niedawna silniki asynchroniczne zwarte okapturzone o następujących mocach (przy 1500 obr./min.):

seria SCJa: 0,75 — 1,05 — 1,5 — 2,2 — 3 — 3,7 — 4,5 — 5,5 — 7 — 9 — 12,5 — 18,5 — 22 — 27 — 33 — 40 — 48 — 55 — 62 — 80 — 110 kW;

seria SCJb: 0,5 — 0,8 — 1,1 — 1,5 — 2,2 — 3 — 4 — 5,5 — 7,5 — 11 — 15 kW.

Stanowi to 28 różnych mocy, przy czym szereg silników o tej samej lub zbliżonej mocy powtarza się w obu seriach. Stosunek mocy dwu sąsiednich wielkości waha się w serii SCJa w sposób nieregularny od 1,15 do 1,48, w serii SCJb — od 1,33 do 1,47.

Tymczasem nowoczesna seria radziecka posiada w granicach od 0,6 kW do 100 kW 14 stopni mocy, przy czym stosunek mocy dwu sąsiednich wielkości wynosi: przy mniejszych mocach 1,55 — 1,7 (do 7 kW), przy większych 1,33 — 1,43 (do 100 kW).

Przepisy niemieckie DIN przewidują w zakresie od 0,25 kW do 100 kW 16 stopni mocy o stopniowaniu: 1,6 do mocy 2,5 kW, 1,4 do mocy 50 kW, 1,25 do mocy 100 kW.

Konieczność uporządkowania siatki mocy serii krajowej z równoczesnym jej rozrzedzeniem wynika z tych porównań w sposób wyraźny.

Analogicznie przedstawia się sprawa na odcinku serii silników budowy zamkniętej.

Znacznie mniej drastycznie wygląda sytuacja w odniesieniu do silników o mocy powyżej 100 kW, jednak i tutaj ustalenie normalnych mocy będzie konieczne.

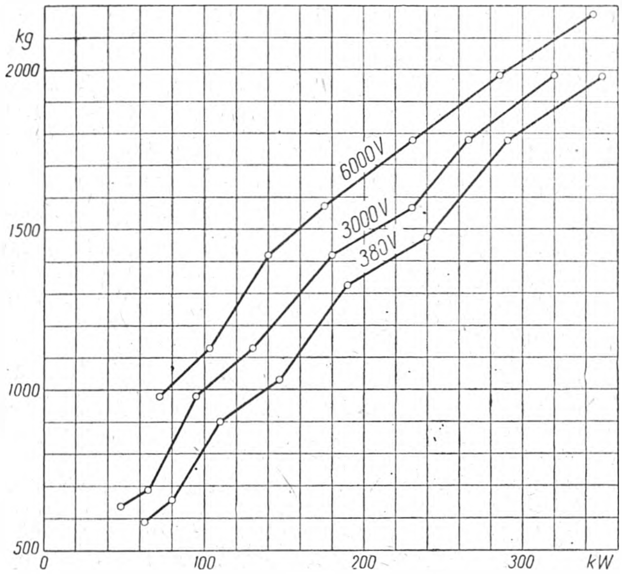
Wysuwane przez odbiorców żądania dostawy silników o mocy ściśle odpowiadającej obliczonemu, a właściwie

przeważnie oszacowanemu, zapotrzebowaniu mocy motywowane są większym kosztem mocniejszego silnika oraz gorszą sprawnością i gorszym spółczynnikiem mocy przy obciążeniu niższym od znamionowego.

Argument wyższej ceny musi być odrzucony, gdyż ogólne zmniejszenie kosztów własnych, umożliwione przez normalizację typów, skompensuje z nadwyżką te wypadki, gdzie zajdzie konieczność zastosowania droższego silnika.

Zagadnienie sprawności nie odgrywa również poważniejszej roli wobec dość płaskiego przebiegu krzywej sprawności w strefie od 50 do 100% znamionowego obciążenia.

Najpoważniejsze zastrzeżenie mogłoby budzić pogorszenie spółczynnika mocy przy niepełnym wyzyskaniu mocy znamionowej silnika, co istotnie może występować w krańcowych wypadkach przy rzadszym stopniowaniu mocy. Na ogół jednak, w granicach do 75% mocy znamionowej, pogorszenie spółczynnika mocy nie jest zbyt groźne (ok. 0,02—0,04). Należy przy tym mieć na uwadze, że mniej lub



Rys. 1. Ciężar silników trójfazowych pierścieniowych na 1500 obr./min., typ SCUa

więcej gęste stopniowanie mocy w serii silników jest tylko jednym i nie najważniejszym z czynników wpływających na wielkość spółczynnika mocy instalacji. Problem poprawy spółczynnika mocy przedstawia zagadnienie samo w sobie i winien znaleźć rozwiązanie przez stosowanie na szerszą niż dotychczas skalę napędów za pomocą silników synchronicznych oraz wprowadzenie urządzeń specjalnych, jak kompensatory fazowe i kondensatory statyczne.

3. Napięcie znamionowe.

Drugim parametrem, na który musi być zwrócona uwaga przy unifikacji, jest napięcie znamionowe silnika.

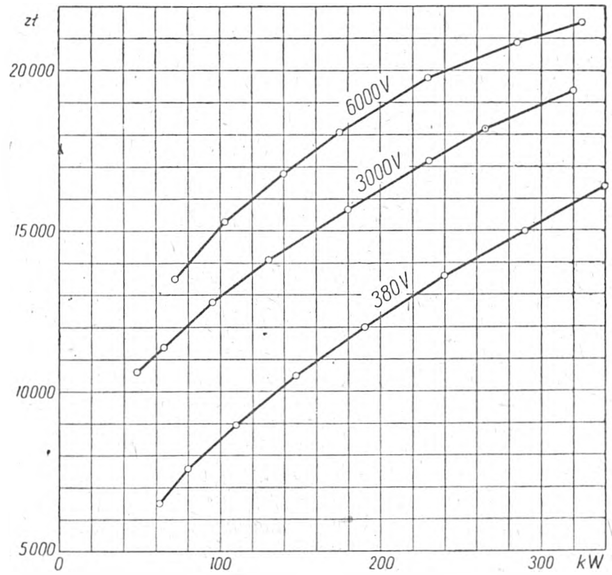
W obecnych katalogach CHPE figurują silniki na napięcie 3 kV, poczynając już od mocy 48 kW, na napięcie

Tablica I. Porównanie ciężaru silników na 380 V, 3000 V i 6000 V

Moc	Ciężar		
	380 V	3000 V	6000 V
100 kW	100 %	122 %	135 %
200 kW	100 %	109 %	123 %
300 kW	100 %	106 %	113 %

zaś 6 kV — od 72 kW, przy czym są one, oczywiście, dublowane przez silniki niskiego napięcia, których moc sięga 420 kW. Wszystkie powyższe dane dotyczą silników 4-biegunowych, przyjętych przykładowo jako podstawa do porównania; dla innej liczby biegunów sytuacja przedstawia się analogicznie.

Dążenie do oszczędności na przekrojach przewodów zasilających powoduje wśród użytkowników nadmierną tendencję do stosowania silników wysokiego napięcia, poczy-



Rys. 2. Cena silników trójfazowych pierścieniowych na 1500 obr./min., typ SCUa

nając od stosunkowo nieznacznych mocy. Nierzadkie są wypadki zamawiania silników wysokiego napięcia rzędu kilkudziesięciu kilowatów. Nie zwraca się przy tym dostatecznej uwagi na wynikające stąd konsekwencje z punktu widzenia produkcji.

Jak wiadomo, moc silnika wysokiego napięcia, w porównaniu z silnikiem niskiego napięcia tego samego gabarytu, jest zawsze mniejsza (mniejszy przekrój przewodów z powodu grubszej izolacji). Inaczej mówiąc, silnik wysokiego napięcia jest cięższy niż silnik niskiego napięcia tej samej mocy. Różnice w ciężarze są dość znaczne, co ilustruje wykres na rys. 1 oraz tabela porównawcza ciężaru silników na 380 V, 3000 V i 6000 V na moce 100, 200 i 300 kW (tabl. I). Jak widać, różnica w ciężarze występuje specjalnie wyraźnie dla silników mniejszej mocy, łagodniej zaś przy większych mocach.

Jeszcze wyraźniej zarysowuje się różnica między silnikami wysokiego i niskiego napięcia przy porównaniu ich ceny (rys. 2); przyczyną tego są większe koszty mate-

Tablica II. Porównanie ceny silników na 380 V, 3000 V i 6000 V

Moc	Cena		
	380 V	3000 V	6000 V
100 kW	100 %	152 %	178 %
200 kW	100 %	132 %	154 %
300 kW	100 %	123 %	138 %

riałów izolacyjnych i droższa robocizna przy wyższych napięciach. Wyniki porównania zestawione są w tabl. II. I tu również różnica maleje ze wzrostem mocy.

Na niekorzyść, z punktu widzenia produkcyjnego, silników wysokiego napięcia zanotować należy jeszcze to, że większe zużycie robocizny przy ich budowie wpływa ujemnie na zdolność produkcyjną zakładu wytwórczego. Cykl produkcyjny jest dłuższy.

W ogólnym bilansie gospodarczym stosowanie silników wysokiego napięcia o zbyt małej mocy jest rzeczą nieekonomiczną mimo oszczędności na przewodach doprowadzających.

Według doświadczenia ZSRR moc 100 kW winna być przyjęta jako dolna granica dla napięcia 3 kV, moc zaś 200 kW dla napięcia 6 kV. W tych właśnie granicach,

jak wynika z tabl. I i II, różnica w koszcie na 1 kW mocy występuje specjalnie ostro.

Zahamowane winno być również odwrotne zjawisko, tzn. stosowanie silników niskiego napięcia przy dużych mocach. Przemawiają za tym następujące względy:

a) różnica ciężaru i ceny silnika wysokiego i niskiego napięcia przy dużych mocach staje się niewielka,

b) wzrasta wydatnie koszt aparatury niskiego napięcia na duże natężenie prądu,

c) wzrasta przekrój i koszt przewodów i kabli zasilających,

d) powstają dość duże straty na dodatkową transformację napięcia.

Około 200 kW, jako górna granica mocy dla silników niskiego napięcia, wydaje się liczbą słuszną.

Oparty na powyższych przesłankach podział zakresów mocy silników niskiego i wysokiego napięcia pozwoli znacznie ograniczyć dublowanie produkcji silników tej samej mocy o różnych napięciach, a tym samym zwiększyć seryjność produkcji.

4. Silniki zwarte i pierścieniowe.

Rewizji wymaga również sprawa dolnej granicy mocy silników pierścieniowych. W katalogu C. H. P. E. z roku 1949 figurują silniki pierścieniowe poczynając już od mocy 2,6 kW (przy 1500 obr./min.). Stosowanie silników pierścieniowych małej mocy bywa często konieczne przy napędach dźwigów i wszędzie tam, gdzie zachodzi konieczność regulacji obrotów bezpośrednio za pomocą silnika. Na ogół jednak dążyć należy do stosowania w jak najszerszej mierze silników zwartych zamiast pierścieniowych. Uzyskuje się przez to w eksploatacji maszynę prostą, tanią i pewną w ruchu, w produkcji zaś eliminuje się wymagający większej robocizny i droższy silnik pierścieniowy na korzyść silnika zwartego, który dzięki temu może być produkowany w większych seriach.

Przepisy PNE-104 (1948) ograniczają moc silników zwartych do 15 kW przy przyłączaniu do sieci niskiego napięcia, zasilanej z sieci okręgowej, i do 9 kW przy przyłączaniu do sieci niskiego napięcia, zasilanej z elektrowni lokalnej, która nie ma połączenia z innymi elektrowniami i nie posiada dostatecznej rezerwy mocy w ruchu (dla napięcia znamionowego 380 V i rozruchu przy pomocy przełącznika gwiazda-trójkąt).

Należy oczekiwać, że przepis ten będzie stopniowo ulegał rewizji w kierunku podwyższenia dopuszczalnej granicy mocy silników zwartych w miarę wzrostu mocy zainstalowanej, zwiększenia rezerw i przepustowości sieci.

Zresztą już obecnie ograniczenie to nie dotyczy „silników należących do urządzenia odbiorczego zasilanego z oddzielnego transformatora" (PNE-104, § 17, punkt 6). Ponieważ, praktycznie biorąc, każdy większy zakład przemysłowy posiada własne transformatory, nie ma tu prawno-formalnego ograniczenia co do stosowania silników zwartych. Ustosunkowanie się więc do tego zagadnienia powinno być zrewidowane przez użytkowników pod kątem technicznych możliwości.

Nowy cennik C. H. P. E. (Cennik Nr 11—1951) daje pewien impuls w tym kierunku, podnosząc dolną granicę mocy normalnych silników (nie dźwigowych) do 8 kW dla silników budowy okapturzonej i do 3,5 kW dla silników budowy zamkniętej (przy 1500 obr./min.).

5. Budowa.

Przepisy PNE-23 (1932/47) rozróżniają 8 odmian maszyn elektrycznych z punktu widzenia stopnia i rodzaju ochrony mechanicznej (otwarte, półotwarte, chronione, kryte, okapturzone, zamknięte, przeciwwybuchowe, z pierścieniami w pancerzu) i 5 odmian zależnych od sposobu chłodzenia maszyny (chłodzenie naturalne, przewietrzanie własne, przewietrzanie obce, chłodzenie zewnętrzne, chłodzenie wodne). Daje to teoretycznie 40 odmian, z których w praktycznym wykonaniu przewiduje się możliwość 27 odmian. Tak zróżniczkowana klasyfikacja nie wyczerpuje mimo to wszelkich możliwości: np. maszyny wodoszczelne (morskie) nie pokrywają się z żadną z powyższych 27 odmian.

Klasyfikacja ta, stwarzając pewną systematykę w nomenklaturze budowy wszelkich maszyn elektrycznych, od najmniejszych do największych, z uwzględnieniem wykonań specjalnych, nie powinna sugerować wprowadzania nadmiernej liczby odmian w seriach normalnych maszyn. Wydaje się, że w odniesieniu do seryjnych silników asynchronicznych, małych i średnich (od ok. 0,5 kW do ok. 400 kW), dwa zasadnicze rodzaje budowy byłyby zupełnie wystarczające: budowa okapturzona (lub kryta) z przewietrzaniem własnym oraz budowa zamknięta z chłodzeniem powierzchniowym. Wprowadzenie (w danym zakładzie wytwórczym) innych wariantów, np. budowy półotwartej, jakkolwiek nieco tańszej niż budowa okapturzona, powoduje zmniejszenie serii produkcyjnych i powiększenie ilości półfabrykatów, co w rezultacie pochłania z nadwyżką pozorną oszczędność, wynikającą z wyprodukowania pewnej liczby maszyn o nieco lżejszej obudowie.

Uwagi powyższe dotyczą, oczywiście, jedynie podstawowych serii normalnych silników i nie wykluczają wykonań specjalnych, jak np. silniki ognioszczelne dla potrzeb górnictwa i przemysłu chemicznego, silniki do pomp głębinowych itd.

Ograniczając obszerniejsze omówienie zagadnienia redukcji odmian do silników asynchronicznych, należy podkreślić, że analogiczna akcja może i powinna rozciągnąć się również na inne rodzaje maszyn. Tak np. w maszynach prądu stałego narzuca się celowość znormalizowania mocy znamionowych i liczby obrotów w poszczególnych seriach; w transformatorach — ujednolicenia mocy znamionowych dużych jednostek, znormalizowania napięcia zwarcia; w cewkach dławikowych — ujednolicenia napięcia, prądu i spadku napięcia.

Powodzenie tej akcji, koniecznej dla naszej gospodarki narodowej, zależeć będzie od właściwego zrozumienia jej przez użytkowników i wytwórców i wzajemnej współpracy między nimi przy realizacji zadania.

STANISŁAW SZPOR
Zakł. Wys. Napięć
Polit. Gdańskiej

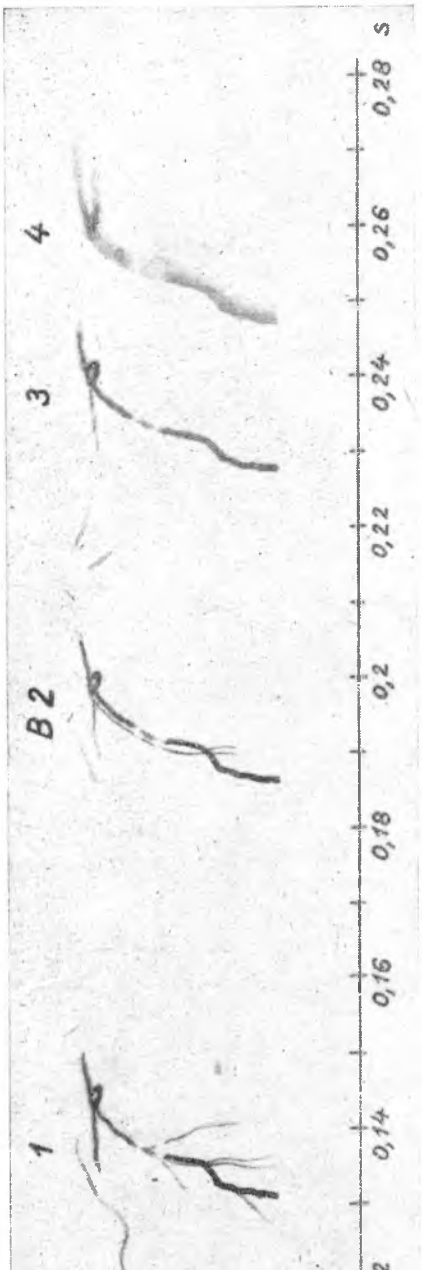
Historia jednego pioruna

Treść. Zdjęcie pioruna wielokrotnego uzyskane podwójnym aparatem fotograficznym wirującym: na błonie szybkobieżnej i na błonie wolnobieżnej. Cztery uderzenia do ziemi *1, 2, 3, 4*. Ponadto wyładowanie *A* w chmurach, przygotowujące „korzenie" uderzenia *1*. Dodatkowe wyładowanie *B* odchylające się od głównego kanału uderzeń i nie dochodzące do ziemi. Wyraźne wyładowanie wstępne tylko w uderzeniu *3*, którego wyładowanie główne jest stosunkowo słabe. Dwie przerwy kanału spowodowane prawdopodobnie przez zasłonięcie chmurami.

История одного грозового разряда. Снимок многократного разряда, полученный при помощи двойного вращающегося фотографического аппарата на быстроходном и тихоходном фильме. Четыре удара к земле **1, 2, 3, 4.** Кроме того разряд **А** среди туч, подготовляющий „корни" разряда **1.** Добавочный разряд **В,** отклонившийся от главного канала разрядов и не достигающий земли. Отчетливый предварительный разряд только в ударе **3,** которого главный разряд был сравнительно слаб. Два перерыва канала вызваны вероятно надвинувшимися тучами.

History of a certain lightning. Photographic records of a multiple lightning on low- and high-speed films. Four strokes *1, 2, 3, 4* to earth. Discharge *A* between clouds prepares the „roots" of stroke *1*. Additional discharge *B* deviates from the principal lightning path, without reaching the earth. Distinct pre-discharge in stroke *3* only, whose main discharge is relatively weak. The two gaps in the lightning path are probably due to shielding by small clouds.

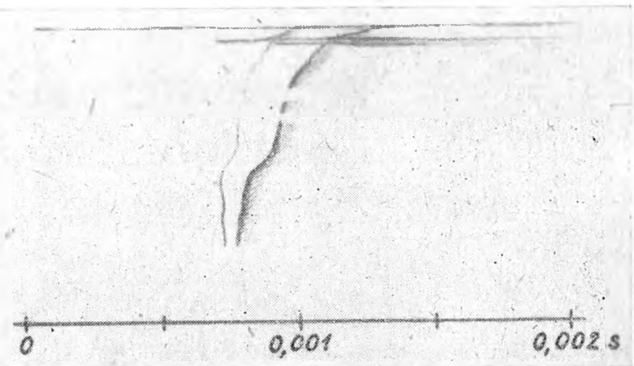
Dnia 24 czerwca 1945 r. o godz. 21.25 wykonano ze wzgórza nad doliną Töss, w pobliżu miasta Winterthur w Szwajcarii, zdjęcie fotograficzne ciekawego pioruna wielokrotnego. Użyto do tego celu aparatu wirującego podwójnego, na 6 zdjęć, z obiektywami Radionar Schneidera, 1 : 2,9, F = 5 cm. Zdjęcie to odbiegło w kilku szczegółach od znanych materiałów doświadczalnych, pochodzących głównie z Południowej Afryki.



Rys. 1. Zdjęcie na błonie wolnobieżnej

Rys. 1 odtwarza w powiększeniu 2,78:1 zdjęcie na b ł o n i e   w o l n o b i e ż n e j, wykonane na materiale Agfa Isochrom 18/10° DIN przy przesłonięciu obiektywu do 1:4,5. Przedstawia ono cztery uderzenia, od *1* do *4*, wzdłuż tego samego kanału do ziemi. Ponadto można zauważyć przed pierwszym uderzeniem wyładowanie między chmurami *A*, a przed drugim uderzeniem dodatkowe wyładowanie *B*, nie dochodzące do ziemi.

Zdjęcie na b ł o n i e   s z y b k o b i e ż n e j, wykonane przy prędkości około 13 m/s na materiale Agfa Isopan 21/10° DIN przy całkowicie otwartym obiektywie na 1:2,9, jest bardzo słabe. Można jednak odnaleźć wszystkie uderzenia od *1* do *4* i dodatkowe dwa wyładowania *A*, *B* zgodnie ze zdjęciem wolnobieżnym. Składowe te występują tutaj w kolejności *3*, *A*, *4*, *B*, *2*, *1*, a całkowity czas pioruna obejmuje przeszło trzy obroty bębna. Tylko w uderzeniu *3* można zauważyć wyraźne wyładowanie wstępne przed wyładowaniem głównym. Rys. 2 odtwarza tę część zdjęcia w powiększeniu 2,78:1. Charakterystyczne rozwidlenie kształtu V wynika stąd, że wyładowanie wstępne rozwija się stosunkowo powoli od chmury do ziemi.



Rys. 2. Część zdjęcia na błonie szybkobieżnej, przedstawiająca uderzenie *3*

Ciekawym szczegółem jest wystąpienie w y ł a d o w a n i a *A* m i ę d z y   c h m u r a m i na 0,103 s przed uderzeniem *1* do ziemi. Tor tego wyładowania zgadza się z górnymi odgałęzieniami uderzenia *1*. Również następne uderzenia przedstawiają ślady tych samych odgałęzień. Widać więc, że wyładowanie *A* jest przygotowaniem „korzeni" pioruna w chmurze. Zdjęcie to potwierdza nasze poglądy o roli odgałęzień w chmurze, koniecznych do zasilania prądem głównego pnia piorunowego. Odgałęzienia górne są zwykle zasłonięte chmurami.

Kanał w u d e r z e n i u *1* ma liczne o d g a ł ę z i e n i a, które znikają w następnych uderzeniach. Szczegół ten zgadza się z wynikami innych autorów. Prócz „korzeni" w chmurze cztery wyraźne odgałęzienia odchodzą niżej w kierunku ziemi. P ę t l i c a w miejscu, skąd rozchodzą się „korzenie", wynika z wybitnego zakrzywienia odcinka kanału. Pętlica ta jest widoczna również w następnych uderzeniach, nie ma jej natomiast w wyładowaniu *A*.

U d e r z e n i a *2*, *3* i *4* następują w odstępach czasu 0,057 s, 0,041 s oraz 0,02 s. Całkowity czas od wyładowania *A* do ostatniego uderzenia wynosi więc około 0,221 s. Liczby te można uważać za zupełnie pospolite — w zestawieniu z innymi badaniami. Kolejne uderzenia przedstawiają się na zdjęciu wolnobieżnym coraz słabiej, a ostatnie jest szeroko rozmazane, co wskazuje na przepływ prądu stosunkowo długotrwałego.

W y ł a d o w a n i e   d o d a t k o w e *B* występuje na 0,00115 s przed uderzeniem *2*. Biegnie ono górną częścią głównego kanału uderzenia *1*, a następnie wybiera jedną z bocznych gałęzi tego uderzenia i nie dociera do ziemi. Na zdjęciu wolnobieżnym wyładowanie *B* widać tuż obok uderzenia *2*, a nawet zachodzi ich krzyżowanie się. Zdjęcie szybkobieżne pozwala wyraźnie rozdzielić te dwie składowe oraz wskazuje, że wyładowanie *B* rozwija się od chmury ku dołowi w czasie około 0,0002 s, co przy długości rzędu 1 km dałoby średnią prędkość rzędu $5 \cdot 10^8$ cm/s, charakterystyczną dla wyładowań wstępnych według badań przeprowadzonych poza Europą. W dolnej części zazna-

cza się jak gdyby nieciągłość, ale nie można wyciągnąć niewątpliwych wniosków co do charakteru schodkowego. Nie wiadomo też, czy reszta czasu do uderzenia *2* (0,00115 —0,0002 = 0,00095 s) jest przerwą w wyładowaniu, czy też występuje wtedy dalszy ciąg wyładowania wstępnego, niewidoczny na słabym zdjęciu. Ciekawą rzeczą jest odejście uderzenia *2* od dolnego odcinka kanału *B* i wybór dalszej drogi do ziemi według uderzenia *1*. Wskazuje to raczej na brak bezpośredniego związku między wyładowaniem *B* i uderzeniem *2*.

Tylko uderzenie *3* przedstawia na zdjęciu szybkobieżnym wyraźne w y ł a d o w a n i e w s t ę p n e. Brak dolnego końca litery V wskazuje, że miejsce uderzenia pioruna jest ukryte za wzgórzem. Rozpiętość litery V daje czas rozwoju wyładowania wstępnego 0,00017 s, co przy całkowitej drodze około 1,5 km określa średnią prędkość zbliżoną do 10^9 cm/s. Rozmazane „chorągiewki" na górze, odpowiadające pętlicom na zdjęciu wolnobieżnym, są trochę więcej rozsunięte — na około 0,00025 s.

Jest rzeczą ciekawą, że uderzenia *1* i *2*, z silniejszymi wyładowaniami głównymi, nie przedstawiają na zdjęciach wyładowań wstępnych. Nie można jednak wyciągnąć wniosku, że wyładowań wstępnych nie było. Przypuszczalnie były one tylko słabsze niż w uderzeniu *3*.

Na uwagę zasługują wreszcie d w i e p r z e r w y w górnej części kanału głównego. Występują one we wszystkich uderzeniach na tych samych wysokościach, zarówno na zdjęciu wolnobieżnym, jak i na szybkobieżnym. Prawdopodobnie są to miejsca zasłonięte przez drobniejsze części chmur. Nasuwa się zestawienie tej nieciągłości ze zjawiskiem p i o r u n a r ó ż a ń c o w e g o.

STANISŁAW SZPOR
HENRYK DZIERŻEK
Zakł. Wys. Napięć
Polit. Gdańskiej

Nowe przyrządy do badań fotograficznych nad piorunem

T r e ś ć. Dwie nowe konstrukcje podwójnych aparatów fotograficznych wirujących, składających się z części szybkobieżnej i z części wolnobieżnej. Bardziej złożony przyrząd sześciozdjęciowy z mocowaniem błon na bębnach. Prostszy typ jednozdjęciowy z mocowaniem błon na płaskich tarczach.

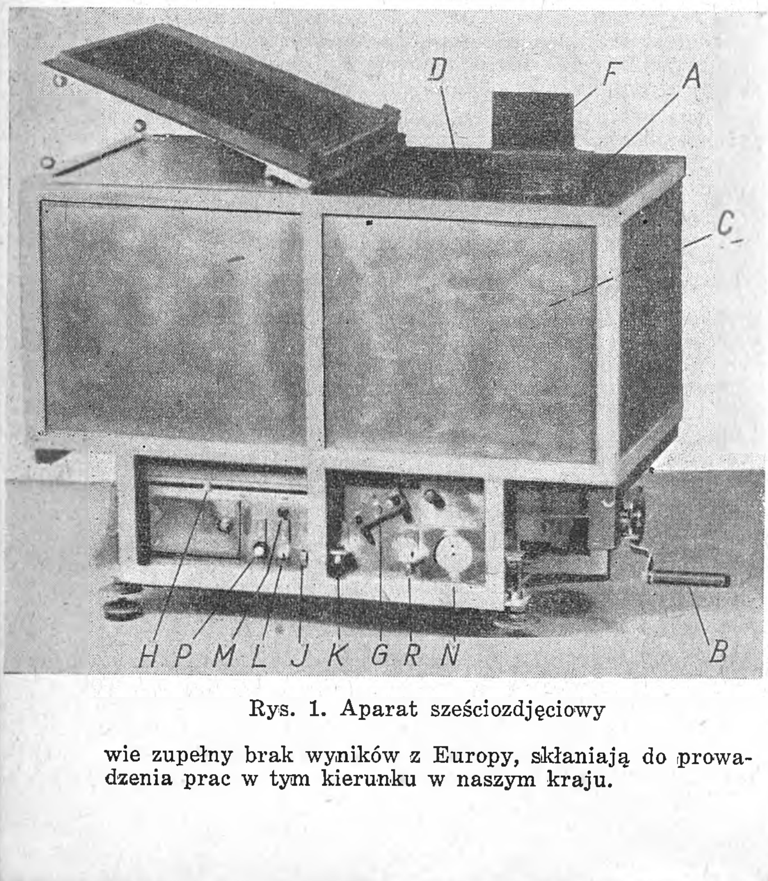
Новые приборы для исследования грозовых разрядов фотографическим путем. Две новые конструкции двойных вращающихся фотографических аппаратов, состоящих из двух частей — быстроходной и тихоходной. Более сложный прибор для шести снимков с фильмами на катушках. Более простой тип для одного снимка с фильмами на плоских дисках.

New cameras for photographic lightning studies. Two solutions of double revolving cameras, each containing one high-speed and one low-speed unit. More complicated type of six-record camera with external attachement of films on spools. Simpler type of single-record camera with films attached to flat discs.

1. Cel badań i zasada przyrządu.

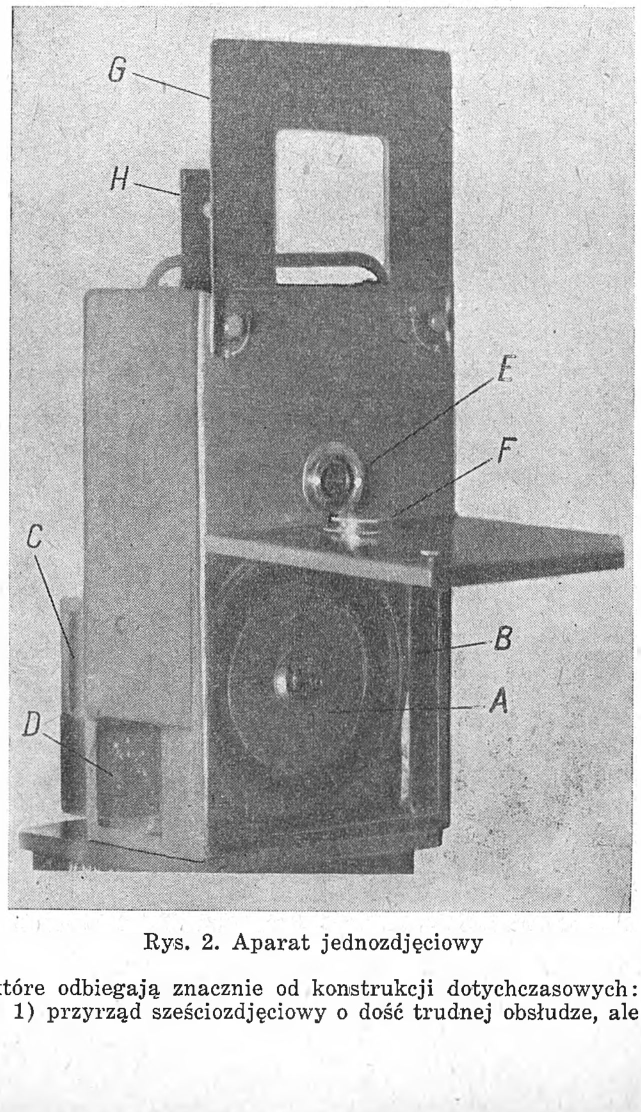
Badania fotograficzne za pomocą aparatów z wirującymi błonami lub z wirującymi obiektywami przynoszą ciekawe wyniki na temat mechanizmu pioruna. Przyrządy w o l n o b i e ż n e, zastosowane około roku 1901 przez Waltera [1], pozwalają odróżnić kolejne uderzenia w piorunie wielokrotnym. Przyrządy s z y b k o b i e ż n e, wprowadzone przez Boysa [2], dają bardziej szczegółowe historie piorunów, z podziałem uderzeń na wyładowania wstępne i główne.

Duże znaczenie tych badań jako podstawy o c h r o n y o d g r o m o w e j, rozmaitość piorunów liniowych i prawie zupełny brak wyników z Europy, skłaniają do prowadzenia prac w tym kierunku w naszym kraju.



Rys. 1. Aparat sześciozdjęciowy

Aparaty zastosowane do tego celu przez Zakład Wysokich Napięć Politechniki Gdańskiej są d w ó c h t y p ó w, które odbiegają znacznie od konstrukcji dotychczasowych:



Rys. 2. Aparat jednozdjęciowy

1) przyrząd sześciozdjęciowy o dość trudnej obsłudze, ale

z możliwością rejestracji kolejnych piorunów bez wymiany błon,

2) przyrząd jednozdjęciowy o bardzo prostej obsłudze, ale z koniecznością wymiany błon w ciemni po każdym piorunie.

Jeden aparat typu pierwszego jest przeznaczony do pracy tylko w Gdańsku pod opieką dobrze wprawionego obserwatora. Trzy aparaty typu drugiego służą do badań poza naszym zakładem.

W obu rozwiązaniach błony wirują poza nieruchomym obiektywami. Nie stosujemy dodatkowych pryzmatów. Każdy aparat posiada część szybkobieżną i część wolnobieżną, które są sprzężone przekładniami zębatymi. Wielka prędkość jest ograniczona przez trudności mechaniczne i przez czułość błon. Mała prędkość musi pozwolić na rejestrację wszystkich uderzeń najbardziej długotrwałego pioruna w prawidłowej kolejności.

2. Przyrząd sześciozdjęciowy.

Podwójny aparat, zaprojektowany i wykonany przez jednego z autorów w latach 1944 i 1945 w Szwajcarii, jest przedstawiony na rys. 1. Przyrząd ten ma dwie komory z jednakowymi b ę b n a m i *A*, napędzanymi korbką ręczną *B*. Bębny wirują dookoła osi mniej więcej pionowych przed obiektywami *C*. Sprzężenie przekładniami zębatymi daje stosunek prędkości błon 36 : 1. Bęben szybkobieżny ma prędkość około 13 m/s i robi pełny obrót w czasie 0,069 s. Na bębnie zaś wolnobieżnym mamy około 0,36 m/s oraz 2,5 s.

Na każdym bębnie można zamocować trzy normalne b ł o n y formatu 6,5 cm × 11 cm, 8-obrazkowe, ucięte na długość 893 mm, co odpowiada średnicy zewnętrznej bębna 284 mm. Każda błona jest przeznaczona na dwa zdjęcia małoobrazkowe (podział na dwa pasy podłużne o szerokości 32 mm). Całkowity ładunek aparatu pozwala więc wykonać s z e ś ć z d j ę ć bez przerywania pracy w czasie burzy. Wymiana błon wymaga wyjęcia bębna z komory. Do tego celu służy uchwyt sprężynujący *D*, którego naciśnięcie luzuje sprzęgiełko łączące bęben z wałem.

Przejście na następny pas zdjęciowy odbywa się przez p r z e s u w a n i e o b i e k t y w ó w *C* równolegle do osi bębnów. Obiektywy są zamocowane na ruchomych ściankach *F*, które są napędzane wspólną korbką *G*. Jednocześnie przesuwa się wskaźnik *H* wzdłuż skali widocznej z przodu przyrządu. O b i e k t y w y są niestety stosunkowo słabe (osiągalne w okresie budowy aparatu): Radionar Schneidera, 1 : 2,9, F = 5 cm. Otwieranie obiektywów po rozpędzeniu bębnów odbywa się za pomocą wspólnej dźwigni *J*.

Obserwator śledzi przez celownik, który nie jest pokazany na rysunku, pole obejmowane przez aparat. W chwili dostrzeżenia błyskawicy naciska się dźwignię *K*, naświetlając w ten sposób s k a l ę c z a s o w ą na marginesie zdjęcia wolnobieżnego. Zastosowany układ czasowy składa się z oscylatora mechanicznego i z żarówki zasilanej przez płaską baterię suchą na 4 V. Wyłącznik *L* służy do zamykania i przerywania tego obwodu pomocniczego. Lampka czerwona *M* oraz przycisk *P* pozwalają sprawdzić, czy nie ma przerwy na drodze do żarówki oscylatora.

Naciśnięcie dźwigni *K* powoduje zarazem uruchomienie stopera *N*, wbudowanego do aparatu. W chwili zaobserwowania grzmotu zatrzymujemy stoper za pomocą trzeciej dźwigni *R*. Odczytany czas pozwala określić w przybliżeniu odległość pioruna od aparatu.

Ładowanie błon jest dość uciążliwe i wymaga wprawy. Również napęd ręczny utrudnia pracę. Zamierzamy dodać do aparatu napęd silnikowy.

3. Przyrząd jednozdjęciowy.

Rys. 2 przedstawia podwójny aparat zaprojektowany i wykonany trzykrotnie przez Zakład Wysokich Napięć Politechniki Gdańskiej w latach 1948—1951. Przyrząd ten ma dwie komory z p ł a s k i m i t a r c z a m i wirującymi. Wałki mają przy pracy położenie mniej więcej poziome. Sprzężenie przekładniami zębatymi daje stosunek prędkości kątowych 100 : 1.

T a r c z a s z y b k o b i e ż n a *A* jest dostosowana do błony płaskiej wyciętej pierścieniowo, o średnicach 300 i 210 mm. Zamocowanie błony na tarczy odbywa się na obwodzie zewnętrznym za pomocą rozciętego pierścienia sprężynującego *B*, który można łatwo zluzować przez ściśnięcie uchwytu dwoma palcami. Przy wirowaniu docisk pierścienia wzmacnia się.

Tarcza szybkobieżna pracuje przy 1500—3000 obr./min., napędzana jest s i l n i k i e m elektrycznym jednofazowym *C* na 220 V, 120 W. Jako najodpowiedniejsze warunki przyjmuje się 1800 obr./min., co daje prędkość obwodową na średnim promieniu błony 24 m/s. P r z e ł ą c z n i k s t e r o w n i c z y *D* ma cztery położenia:

0 — wyłączenie;

1 — przyśpieszony rozruch przy małej oporności szeregowej, praca przy największej prędkości;

2 — normalna praca przy najmniejszej prędkości z większą opornością szeregową;

3 — hamowanie przez przełączenie silnika na przeciwny kierunek obrotów.

Czas rozruchu wynosi około 1 min., zahamowanie wymaga około 0,5 min. Możliwy jest również napęd ręczny za pomocą korbki.

T a r c z a w o l n o b i e ż n a, ukryta na rys. 2 w zamkniętej komorze mniejszej, jest dostosowana do błony płaskiej o średnicach 210 i 110 mm. Zamocowanie błony jest podobne jak na tarczy szybkobieżnej. Pełny obrót trwa tutaj 2—4 s, przy normalnej pracy około 3,3 s.

O b i e k t y w y do trzech zbudowanych przyrządów pochodzą z różnych źródeł, ale wszystkie mają ogniskową 5 cm. Najjaśniejsze obiektywy, 1:2 oraz 1:1,5, wyzyskuje się, oczywiście, do błon szybkobieżnych. Dwa obiektywy *E*, *F* aparatu są zamocowane na pokrywach blisko siebie, dzięki czemu można prowadzić obserwacje ze stosunkowo niewielkich okien. Istotnym szczegółem jest również mniej więcej poziomo skierowany ruch błon za obiektywami.

Celownik składa się z ramki *G* oraz z wziernika *H*, które zakładamy na górnej części aparatu. Doświadczenie wskazuje, że pożądana jest duża szerokość ramki, ażeby uniknąć błędów w ocenie, czy piorun wypada w polu widzenia.

LITERATURA

[1] B. W a l t e r. Phys. Z. 1902, s. 168
[2] C. V. B o y s. Nature 1929, 124, s. 54

P. S. Wykonanie aparatu sześciozdjęciowego było możliwe dzięki życzliwej pomocy profesora P. Frauenfeldera z Winterthur, któremu wyrażamy na tym miejscu gorące podziękowanie. Wykonanie trzech aparatów jednozdjęciowych zawdzięczamy mechanikowi Zakładu Wysokich Napięć Politechniki Gdańskiej J. Woroneckiemu.

Mamy wiele powodów do dumy narodowej z naszych historycznych osiągnięć. Powinniśmy umieć wydobyć z mroków historii wiele z tych osiągnięć i wiele postaci, na których talentach, ofiarnych wysiłkach, poświęceniu, bohaterstwie sami powinniśmy się uczyć i uczyć naszą młodzież, ponieważ dawne klasy panujące nie pokazywały najczęściej narodowi tego, co najbardziej było w nim cenne, wartościowe, postępowe i twórcze.

Ale mamy też pełne podstawy do dumy z dzisiejszych przemian, czynów i osiągnięć, w których uczestniczą coraz większe masy ludu polskiego, wzmacniając i podnosząc wzwyż siły oraz wartości materialne i duchowe naszego narodu, tworząc nowe talenty i nowych bohaterów, najlepszych synów i patriotów naszej Ojczyzny Ludowej.

B. BIERUT

STANISŁAW SZPOR
STEFAN GRUDZIECKI
WŁADYSŁAW KUŹNIAR
Zakł. Wys. Napięć Polit. Gdańskiej

Urządzenia do badań nad piorunem w Szklarskiej Porębie

Treść. Opis nowych urządzeń do badań nad piorunem. Problemy wyboru miejsca uderzenia i wpływu oporności elektrycznych, badania nad wytrzymałością cieplną części przewodzących, rejestracja danych piorunowych. Szereg słupów stalowych; na każdym dwie żerdzie drewniane w układzie V, na jedńej oporniki, na drugiej przewody. Rejestratory wydmuchowe uderzeń. Pręciki magnetyczne i wyniki studiów nad ich dokładnością.

Установка в Шклярской Порембе для исследований в области грозовых разрядов. Описание новой установки. Выбор места для грозового разряда и влияние электрических сопротивлений; исследование термической выносливости проводящих частей; регистрирование грозовых явлений. Ряд стальных столбов; на каждом из них два деревянные шеста, расположенные в форме буквы V. Один шест поддерживает сопротивления, другой провода. Выдувные регистрирующие приборы. Магнитные стержни и результаты исследования их точности.

Experimental lightning field in Szklarska Poręba. Organization of experimental studies on lightning problems: attraction under the influence of electrical resistances, thermal effects on condutors, current values and other characteristics. Series of steel towers, each supporting two V-disposed wood poles. Resistances along one pole, conductors of different materials and different sections on the other. Galvanized steel hemispheres at the top. Expulsion-type recorders. Magnetic links, means adopted to attain greater accuracy.

1. Cel badań.

Badania nad piorunem, jakkolwiek bardzo liczne i wielostronne, nie dają jeszcze ostatecznego wyjaśnienia niektórych zagadnień i pozostawiają wątpliwości co do danych liczbowych. Wielkie znaczenie tych materiałów doświadczalnych dla elektrotechniki, która musi decydować szczegóły ochrony odgromowej częściowo po omacku, skłania do dalszych prac. Program Zakładu Wysokich Napięć Politechniki Gdańskiej, bardzo szczupły w porównaniu z dotychczasowymi badaniami zagranicznymi, unika ich powtarzania i skupia się na niewielu punktach szczególnie wątpliwych i ważnych dla praktyki.

Na jednym z pierwszych miejsc tego programu stawiamy sprawdzenie wpływu oporności elektrycznych na w y b ó r m i e j s c a u d e r z e n i a p i o r u n a. W literaturze można spotkać wiele przypuszczeń i rozważań na temat wybiorczości tego rodzaju [1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 14]. Wbrew przeważającym poglądom nasze prace teoretyczne [15] dowodzą, że spotykane w praktyce oporności uziemień, budynków i urządzeń elektrycznych przeważnie nie mogą działać odpychająco na zbliżające się do ziemi wyładowanie wstępne pioruna. Wyjątkowo w przypadku cienkich drzew można spodziewać się gry wybiorczej oporności elektrycznych [12, 13]. Spór ten wymaga rozstrzygnięcia na drodze doświadczalnej. Próby laboratoryjne na stosunkowo małych modelach nie mogą dać przekonywającej odpowiedzi, ponieważ mechanizm pioruna odbiega w niektórych szczegółach znacznie od iskry laboratoryjnej [11]. Rozpoczynamy więc badania nad uderzeniami piorunów w wysokie żerdzie drewniane, rozmieszczone w odstępach rzędu kilku — kilkudziesięciu metrów i wyposażone w oporniki lub zwarte przewodami.

Te same żerdzie wyzyskujemy do bezpośredniej r e j e s t r a c j i p r ą d ó w piorunowych. Wprawdzie rozporządzamy już licznymi wynikami doświadczalnymi tego rodzaju, ale wysuwane są zarzuty pod ich adresem:

1) najliczniejsze pomiary pręcikami magnetycznymi w liniach elektrycznych dają zwykle bezpośrednio tylko prądy cząstkowe, od których przechodzi się do całkowitego prądu piorunowego przez sumowanie; krytyka [16] wskazuje, że w ten sposób dochodzi się do wyników zbyt wielkich, ponieważ dodawane wartości szczytowe nie występują w tej samej chwili;

2) mniej liczne rejestracje na bardzo wysokich drapaczach chmur, na wierzchołkach górskich i przy użyciu balonów trzymanych na linach metalowych dają wprawdzie bezpośrednio prądy całkowite, ale własności piorunów w takich warunkach mogą znacznie odbiegać od pospolitych a najważniejszych dla praktyki uderzeń w miernie wysokie przedmioty;

3) jako dalszy zarzut można wysunąć nasycenie pręcika magnetycznego przy rejestracji największych prądów, powodujące małą dokładność tych najciekawszych i najdonioślejszych pomiarów; rozdz. 7 zawiera dyskusję nad wyborem korzystnych warunków pracy pręcika.

Na żerdziach umieszczamy ponadto przewody z różnych materiałów i o różnych przekrojach oraz metalowe kaptury do chwytania piorunów, ażeby badać w y t r z y m a ł o ś ć c i e p l n ą i zdobyć podstawy doświadczalne dla norm na piorunochrony i dla ochrony urządzeń elektrycznych. W tej dziedzinie materiał doświadczalny podawany w literaturze jest zdumiewająco szczupły.

2. Miejsce badań.

Ażeby uzyskać możliwie częste uderzenia piorunów w żerdzie rejestracyjne, zamierzano początkowo wybrać jeden z grzbietów górskich. Wobec znacznych trudności technicznych, kosztów oraz innych przeszkód zrezygnowano jednak z tego rozwiązania.

Studiując mapę przedstawiającą roczną liczbę dni burzowych w Polsce [18], zwrócono uwagę na okolice Jeleniej Góry, zwłaszcza w kierunku zachodnim od tego miasta. Roczna liczba dni burzowych wynosi tam około 30 i należy do największych w naszym kraju.

Oględziny na miejscu wskazały bardzo korzystne możliwości na linii kolejowej do Szklarskiej Poręby. Stoją tam nieczynne słupy trakcyjne stalowe w odstępach kilkudziesięciu metrów. Słupy te szczęśliwie nie są już połączone przewodami, które przeszkadzałyby w naszych pracach. Umieszczenie na wierzchołku słupa dwóch żerdzi drewnianych, rozsuniętych w kształcie litery V, daje niezłe możliwości badań nad wybiorczością. Stosunkowo niewielkim kosztem uzyskujemy tutaj znaczne wysokości wierzchołków żerdzi nad ziemią, co zapewnia częstsze uderzenia piorunów.

Wybrano do badań szczególnie dogodny odcinek toru Szklarska Poręba Dolna — Szklarska Poręba Środkowa, który biegnie odsłoniętym zboczem górskim, bez bliskiego sąsiedztwa drzew i wysokich budynków. Część tego odcinka góruje nad sąsiedztwem z obu stron, co daje szczególnie duże prawdopodobieństwo uderzeń piorunów.

Wyzyskanie niezbyt dostępnego toru kolejowego, gdzie ruch osób niepowołanych jest ograniczony, zapewnia bezpieczeństwo przyrządom rejestracyjnym. Z drugiej strony personel kontrolujący ma dogodne warunki pracy.

3. Konstrukcje do chwytania piorunów i wyposażenie.

Rys. 1 przedstawia słup stalowy *A* wraz z dodanymi przez nas żerdziami drewnianymi *B*. Wyzyskane s ł u p y są dwóch typów. Najliczniejsze słupy składają się z dwóch głównych ceowników 120 × 55 mm i z ukośnych płaskowników. Drugi typ słupa ma cztery główne kątowniki 90 × 90 × 9 mm i dodatkowe kątowniki ukośne. Średnia wysokość słupów wynosi 11 m. Fundamenty są betonowe bez dodatkowych uziomów.

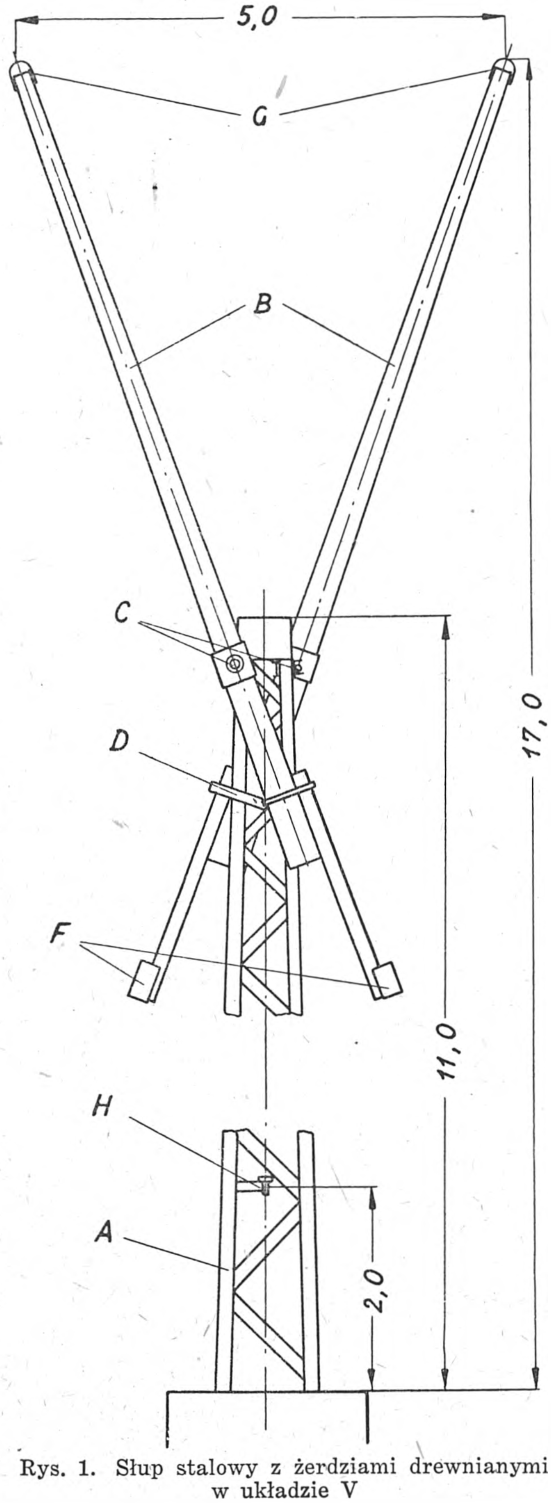
Górny u c h w y t *C* ż e r d z i drewnianej jest wykonany w postaci osi stalowej o średnicy 30 mm, przyspawanej do ceownika. Ceownik ten jest zamocowany na szczycie słupa dwiema śrubami M 16 bez wiercenia otworów w słupie. Zawieszenie obrotowe żerdzi ułatwia oględziny i wymianę kapturów, przewodów i oporników. Dolny uchwyt *D* jest wykonany w postaci klamry ze stali okrągłej o średnicy 12 mm. Klamra dociska żerdź do słupa i utrzymuje ją pod pożądanym kątem względem pionu.

Ż e r d z i e są wykonane z drzewa bukowego, które należy do gatunków bardziej odpornych na działanie pioruna. Długość żerdzi wynosi 6 do 8 m, a średnia średnica 10 cm. Przeciwwaga żeliwna *F*, około 50 kg, umieszczona na przedłużeniu żerdzi w odległości wyregulowanej przy montażu, ułatwia obracanie żerdzi.

Żerdź ma w górnej części, począwszy od uchwytu *C*, cztery otwory na śruby M 12 w odstępach 10 cm, a następnie takie same otwory w odstępach 74 cm, w płaszczyźnie prostopadłej do osi. Górne odcinki na jednej żerdzi

są przeznaczone na rozmieszczenie badanych przewodów, a na drugiej — oporników. Na dolnych czterech śrubach będą umieszczone rejestratory udarów i dodatkowe wskaźniki topikowe.

Wierzchołki żerdzi nakrywamy kapturami metalowymi *G*, które mają przyjmować uderzenia piorunów.



Rys. 1. Słup stalowy z żerdziami drewnianymi w układzie V

Odstęp między dwoma kapturami na jednym słupie wynosi około 5 m.

Belka *H* trzyma pręciki magnetyczne na określonych odległościach od osi słupa. Zamocowanie na wysokości 2 m pozwala na niezbyt trudną kontrolę i wymianę pręcików.

4. Oporniki do badań nad wybiorczością pioruna.

Kierując się wynikami rozważań teoretycznych [15], decydujemy się na całkowitą oporność jednego ramienia układu V około 1000 omów. Wykonanie takich oporników z drutu byłoby zbyt kosztowne, a zastosowanie oporników wodnych nastręczałoby duże trudności. Na podstawie szeregu prób stosujemy obecnie oporniki w postaci desek powlekanych mieszaniną sadzy lekkiej z roztworem nitrocelulozy w acetonie. Również próby z grafitem koloidalnym dają dobre wyniki, ale rozwiązanie to odpada z powodu braku grafitu.

Stosujemy odcinki o długości 160 cm i oporności 300 omów oraz 85 cm i 150 omów. Szerokość wynosi 10 cm, grubość 1,5 cm. Po próbach na różnych gatunkach drzewa, stosujemy deski brzozowe, które dość dobrze trzymają warstwę sadzy i lakieru.

Styki krańcowe są wykonane przez ocynkowanie deski metodą natryskową. Warstwa sadzy zachodzi na część powierzchni zametalizowanej. Sadza pokryta jest warstwą białego lakieru dla uniknięcia zbytniego nagrzewania przez słońce i dla zabezpieczenia od opadów.

5. Kaptury, przewody i wskaźniki topikowe.

Kaptury blaszane na wierzchołkach żerdzi mają dać wskazówki co do niebezpieczeństwa piorunów dla dachów blaszanych. Kaptury te są wykonane w kształcie półkul o średnicy 125 mm z blachy stalowej o grubości 0,75 mm. Do półkul przyspawane są po dwa paski o szerokości 20 mm z tej samej blachy, które przykręca się do żerdzi najwyższymi śrubami M 12. Kaptur jest ocynkowany galwanicznie.

Przewody są wykonane w postaci pojedyńczych i podwójnych odcinków o długości 0,75 m z drutu miedzianego oraz z drutu stalowego ocynkowanego o przekroju 2,5 mm². Każdy odcinek zakończony jest oczkiem do zakładania na śruby. Przez składanie po kilka takich odcinków równolegle uzyskuje się na każdej żerdzi przekroje 2,5, 5, 7,5 i 10 mm² miedzi i stali.

Baczną uwagę zwrócono na połączenia sąsiednich odcinków. Złe styki mogłyby powodować topienie drutu w pobliżu połączeń i fałszować w ten sposób wyniki badań nad wytrzymałością cieplną. Poszczególne oczka drutów są oddzielane od siebie podkładkami stalowymi, a co dwa oczka przypada nakrętka.

Ażeby umożliwić wykrywanie uderzonej żerdzi niezależnie od rejestratora liczydłowego, wykonujemy jeden z krótszych odcinków z drutu kantalowego o średnicy 0,8 mm. Duża oporność właściwa i mały przekrój tego odcinka dają duże prawdopodobieństwo stopienia nawet przez słabsze pioruny. Wygięcie drutu topikowego w pętlę ułatwia kontrolę jego stanu bez wspinania się na słup.

6. Rejestratory liczydłowe.

Początkowo zamierzano zastosować rejestratory typu elektromagnesowo-kondensatorowego, rozpowszechnione przy odgromnikach zaworowych. Badania nad różnymi układami tego rodzaju [17] doprowadziły jednak do wniosku, że zapewnienie prawidłowej rejestracji większych udarów prądowych byłoby trudne i wymagałoby ciężkiej oraz kosztownej konstrukcji. Prostsze i tańsze rozwiązanie uzyskano na zasadzie wydmuchowej, zaczerpniętej z techniki odgromników wydmuchowych (np. rejestrator firmy ACE Delle).

Rys. 2 przedstawia nasz rejestrator wydmuchowy. Stosujemy tutaj licznik telefoniczny *A* bez cewki. Jej miejsce zajmuje iskiernik *B* w rurce fibrowej, stanowiącej jak gdyby mały odgromnik wydmuchowy. Elektrody są sworzniami mosiężnymi z gwintem M 6, przerwa iskrowa wynosi około 5 mm. Wydmuch gazów odbywa się przez boczny otwór *C* o średnicy 4 mm, powodując ruch klapki *D*, przenoszony przez płaską sprężynę *E* do mechanizmu liczydłowego *F*. Klapka jest wykonana z blachy miedzianej o grubości 0,8 mm. Grubość ta ma duże znaczenie dla odporności przyrządu na wielkie udary prądowe. Boczne zagięcie klapki utrudnia ruch gazów w kierunku mechanizmu liczydłowego i łagodzi uderzenie przy wydmuchu.

Jedna elektroda iskiernikowa jest połączona z obudową, druga z przewodem izolowanym *G*, który wychodzi przez przepust izolacyjny *H*. Obudowę *J* mocuje się na żerdzi w położeniu ukośnym za pomocą łapy *K*, która wchodzi

na śrubę M 12. Okienko ze szkiełkiem L wypada wtedy ukośnie od dołu. Pokrywę M przykręca się śrubami, które przechodzą przez otwory w dnie obudowy i są osłonięte od deszczu. Obudowa i pokrywa są wykonane z blachy stalowej i ocynkowane.

7. Pręciki magnetyczne.

Pręciki magnetyczne są wykonane przez Zakład Wysokich Napięć Politechniki Gdańskiej podobnie do wzorów zagranicznych [4, 5, 6]. Pęczki drucików stalowych o średnicy 0,2 mm i o długości 60 mm są zamknięte w rurkach szklanych o średnicy wewnętrznej około 7 mm i zewnętrznej około 8 mm oraz o długości 90 mm. Przez zalanie parafiną unieruchamia się druciki. Rurki zawierają też blaszki glinowe z numerkami.

Magnetyzm szczątkowy pręcika określamy przy pomocy fluksometru o zakresie do 1 000 000 makswelo-zwojów przy 100 działkach oraz przy użyciu cewki wykonanej specjalnie w tym celu. Magnetyzm ten wyrażamy w działkach fluksometru α, nie przeliczając na makswelo-zwoje. Charakterystykę α w funkcji maksymalnego natężenia pola magnesującego H [w A/cm] wyznaczamy przy użyciu cylindrycznego uzwojenia z prądem stałym, opierając się na znanym wzorze na pole magnetyczne wewnątrz takiego uzwojenia:

(1) $$H = \frac{zi}{\sqrt{l^2 + d^2}},$$

gdzie d — średnia średnica zwoju = 8,6 cm,
l — długość uzwojenia = 20,0 cm,
z — liczba zwojów = 286.

Charakterystyki naszych pręcików (rys. 3) są podobne do charakterystyk pręcików zagranicznych. Przy nasyceniu (około H = 250 A/cm) otrzymuje się wychylenie fluksometru rzędu 100 działek. Próby przy krótkich udarach prądu, rzędu kilku mikrosekund, nie wykazują wyraźnego wpływu osłabiającego prądów wirowych, tak że pomiary prądów udarowych można oprzeć na charakterystykach wykonanych prądem stałym.

Prąd pioruna rejestruje się pręcikami ustawionymi w różnych odległościach r od osi przewodu, przeważnie prostopadle do tej osi. Pomiar α po uderzeniu pioruna pozwala określić na podstawie charakterystyki natężenie H, od którego przechodzi się do wartości szczytowej prądu według wzoru:

(2) $$i = 2\pi r H.$$

Dla uchybu pomiaru prądu i wyprowadza się stąd wzór:

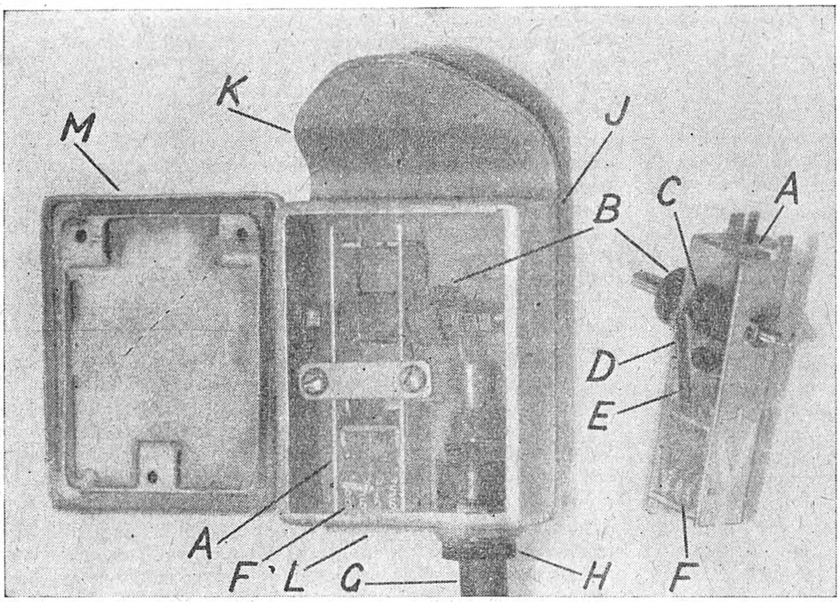
(3) $$\frac{\Delta i}{i} = \frac{\Delta H}{H} + \frac{\Delta r}{r}.$$

Uchyb $\frac{\Delta H}{H}$ zależy od kształtu charakterystyki pręcika i od dokładności odczytu fluksometru:

(4) $$\frac{\Delta H}{H} = \frac{\Delta\alpha}{H\frac{d\alpha}{dH}},$$

gdzie α — wychylenie fluksometru w działkach. Na podstawie prób ocenia się, że przy małych α, rzędu kilku działek, $\Delta\alpha$ wynosi około 0,25 działki, a przy α rzędu 100 działek $\Delta\alpha$ osiąga około 2—2,5 działek. Przyjmuje się więc, że

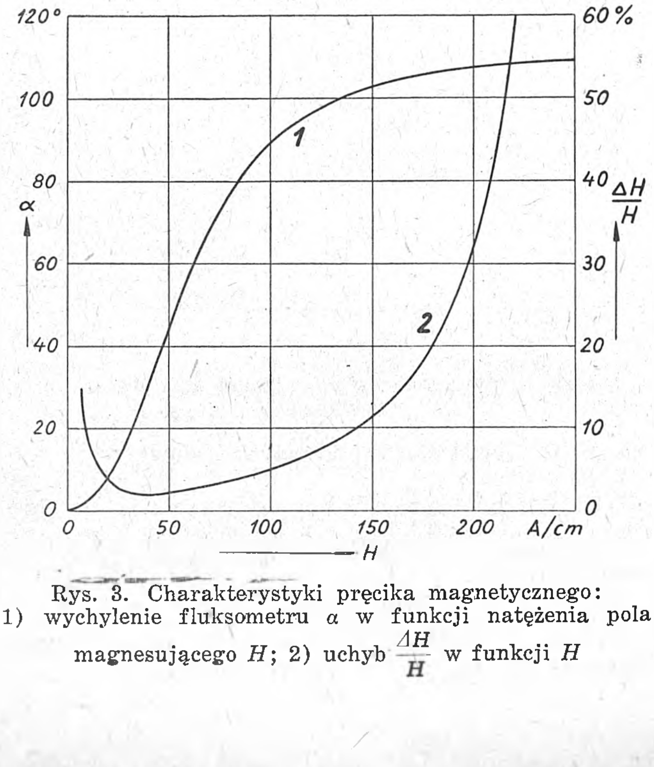
(5) $$\Delta\alpha = 0{,}25\sqrt{\alpha}.$$



Rys. 2. Rejestrator wydmuchowy oraz wyjęty mechanizm w położeniu odwróconym

Krzywa 2 na rys. 3 przedstawia zależność uchybu $\frac{\Delta H}{H}$ od natężenia H. Charakterystyka ta wykazuje dość płaskie minimum (około 2,5%) przy H = 30 do 70 A/cm. Przy odległości pręcika od słupa r = 200 cm optimum to odpowiada prądom i = 35 do 90 kA. Pomiary prądów rzędu 200 kA, na które zwracamy szczególną uwagę, byłyby obarczone uchybem około 12%.

Przesunięcie minimum krzywej uchybu w kierunku większych natężeń pola przez skrócenie długości pręcików



Rys. 3. Charakterystyki pręcika magnetycznego: 1) wychylenie fluksometru α w funkcji natężenia pola magnesującego H; 2) uchyb $\frac{\Delta H}{H}$ w funkcji H

nie udaje się. Oddalenie zaś pręcika na większą odległość od słupa (pożądane $r = 400$ cm) przedstawia zbyt wielkie trudności.

Podobny skutek uzyskujemy przy umiarkowanej odległości r przez ustawienie pręcika ukośnie do kierunku pola, pod kątem β. Pręcik magnesuje się wtedy tylko od składowej $H' = H \cos \beta$. Mając odchylenie fluksometru α, określamy według charakterystyki pręcika natężenie H' i obliczamy prąd według wzoru:

$$i = \frac{2\pi r}{\cos\beta} H'. \tag{6}$$

W tym wypadku jednak uchyb $\frac{\Delta i}{i}$ zwiększa się o dodatkowy składnik, związany z niedokładnością kąta β:

$$\frac{\Delta i}{i} = \frac{\Delta H'}{H'} + \frac{\Delta r}{r} + \operatorname{tg}\beta \cdot \Delta\beta. \tag{7}$$

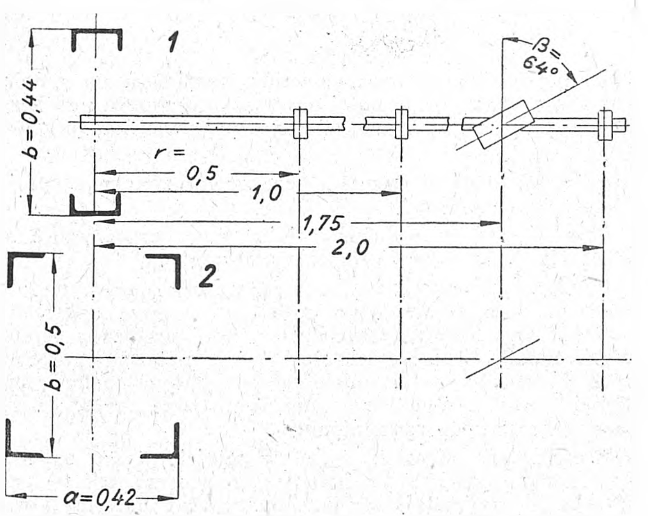
Stosując kąt $\beta = 64^0$, ażeby uzyskać $\frac{r}{\cos\beta} = 400$ cm przy $r = 175$ cm, otrzymuje się przy $\Delta\beta = 1^0$ dodatkowy uchyb $\operatorname{tg}\beta \cdot \Delta\beta = 3{,}5\%$. Pręcik ukośny musi więc być ustawiony szczególnie dokładnie. Należy też zwrócić uwagę na możliwość zmiany kąta β przy działaniu wiatru. Próby wykazują, że poddanie żerdzi drewnianej ciśnieniu około 100 kg/m² nie powoduje zbyt wielkiej zmiany kąta β, jakkolwiek strzałka ugięcia na końcu wynosi prawie 100 mm.

Oprócz ukośnego pręcika w odległości $r = 175$ cm umieszczamy na każdym słupie — w celu dokładniejszej rejestracji mniejszych prądów — po trzy pręciki prostopadłe w odległościach $r = 200$, 100 i 50 cm. Porównanie namagnesowania poszczególnych pręcików rokuje możliwość wykrycia oscylacji prądu pioruna.

Uchyb $\frac{\Delta r}{r}$ oceniamy na 0,25 do 1% dla $r = 200$ do 50 cm przyjmując $\Delta r = 0{,}5$ cm. Znacznie większe uchyby mogłyby wyniknąć, gdyby pominąć podział prądu pioruna między poszczególne belki słupa i stosować wzory (2) i (6) jak dla pojedynczego przewodu. Uchyby te usuwamy jednak co najmniej częściowo, przyjmując równy podział prądu między główne belki słupa (dwa korytka lub cztery kątowniki) i wyprowadzając wzór na wypadkowe natężenie H od wszystkich prądów cząstkowych. Na tej podstawie określamy poprawione odległości r', które można podstawiać we wzorach (2) oraz (6).

Przy oznaczeniach według rys. 4 otrzymuje się dla słupa dwukorytkowego

$$r' = r + \frac{b^2}{4r}. \tag{8}$$



Rys. 4. Ustawienie pręcików magnetycznych względem słupów: 1) słup dwukorytkowy, 2) słup czterokątownikowy

Wzór ten daje przy $b = 44$ cm dla różnych wartości r odpowiednie odległości poprawione r':

$r =$ 200	175	100	50 cm
$r' =$ 202,4	177,8	104,9	59,7 cm.

Podobnie znajdujemy dla słupa czterokątownikowego

$$r' = r + \frac{b^2 - a^2}{4r} + \frac{a^2 b^2}{4r^3 + (b^2 - a^2) r}. \tag{9}$$

Wzór ten daje przy $a = 42$ cm i $b = 50$ cm dla różnych wartości r odpowiednie odległości poprawione r':

$r =$ 200	175	100	50 cm
$r' =$ 200,9	176,1	102,9	61,9 cm.

Namagnesowanie pręcików można sprawdzać za pomocą busoli. Metodę tę stosujemy w Szklarskiej Porębie, a dokładne pomiary wykonywa się w Gdańsku.

Transport namagnesowanych pręcików wymaga ostrożności, ponieważ silne uderzenia osłabiają magnetyzm szczątkowy, a wzajemne zbliżanie pręcików może również powodować zmiany. Dlatego stosujemy specjalne opakowania z zawieszeniem sprężystym i z dostatecznymi odstępami między pręcikami.

8. Obecna organizacja badań i przewidywany rozwój.

Słupy są ponumerowane. Przy zakładaniu rejestratorów, pręcików magnetycznych i kapturów zapisuje się ich numery i stan rejestratorów na formularzach słupowych, które następnie są przechowywane w naszym Zakładzie i mają miejsce na notowanie zmian.

Po każdej burzy obserwator mieszkający w pobliżu miejsca badań sprawdza, czy nie nastąpiły uderzenia piorunów w nasze słupy. Dokonuje on z dołu oględzin drutu topikowego oraz próbuje pręcik magnetyczny najbliższy słupa za pomocą zwykłej busoli. Obserwator wypełnia w czasie tej kontroli formularz burzowy, zapisując numery pręcików.

Po stwierdzeniu śladów pioruna obserwator powraca do uderzonego słupa z pomocnikiem. Następuje odczytanie stanu obu rejestratorów, oględziny kapturów, przewodów i oporników. Zdejmuje się rejestrator, kaptur, resztki stopionych przewodów, uszkodzone oporniki oraz wszystkie pręciki magnetyczne. Zakłada się nowe przyrządy, przewody i kaptury. Wszystkie szczegóły zapisuje się na formularzu piorunowym. Zdjęte materiały przesyła się do naszego Zakładu, zabezpieczywszy pręciki od wstrząsów i od szkodliwych wpływów magnetycznych.

Opisane urządzenia stanowią wyposażenie początkowe. Przewidujemy dalsze uzupełnienie badań pomiarami stromości udarów prądowych, ładunku i liczby uderzeń w piorunie. Ponadto liczymy się ze zmianami oporników, przekrojów przewodów i kapturów zależnie od wyników uzyskiwanych w pierwszych latach. Dodatkowe badania nad uziemieniami, własnościami gruntu oraz nad jonizacją powietrza odkładamy na dalsze lata.

P. S. Uruchomienie badań było możliwe dzięki pomocy Sekcji Naukowej Komisji Popierania Twórczości Naukowej i Artystycznej przy Prezydium Rady Ministrów. Dużym ułatwieniem było życzliwe stanowisko Dyrekcji Generalnej Kolei Państwowych, Dyrekcji Okręgowej Kolei Państwowych we Wrocławiu oraz Oddziału Elektrotechnicznego Kolei Państwowych w Jeleniej Górze. Pomoc w opracowaniu rejestratora wydmuchowego otrzymaliśmy od Polskiego Komitetu Wielkich Sieci Elektrycznych oraz od Zakładu Wysokich Napięć Głównego Instytutu Elektrotechniki. Próby rejestratora wykonał częściowo mgr inż. Bader. W badaniach pręcików brali udział studenci J. Żyborski i Z. Tyszkiewicz. Przyrządy i materiały przygotowali w znacznej części mechanicy J. Woronecki i K. Szymański. Wszystkim, którzy przyczynili się do realizacji badań, składamy gorące podziękowanie.

LITERATURA

[1] G. Lehmann. El. Zeitschrift 1932, II, s. 980
[2] L. Bogojawlenski, M. Châtelain. Congrès Int. d'Él. 1932, s. 11, No 7—C—2
[3] L. Bogojawlenski. Nature 1933, 132, s. 99
[4] C. M. Foust, G. F. Gardner. Gen. El. Rev. 1934, s. 324
[5] C. M. Foust, J. T. Henderson. El. Eng. 1935, s. 373
[6] H. Zaduk. Arch. Techn. Messen 1935, s. T. 155, V 327—2
[7] B. Koetzold. El. Zeitschrift 1936, I, s. 433
[8] I. S. Stiekolnikow, A. Beliakow. CIGRÊ 1937, r. 327
[9] V. Fritsch. El. u. Maschinenbau 1938, s. 105
[10] V. Fritsch. El. Zeitschrift 1940, s. 704
[11] R. H. Golde. JIEE 1941, 88/II, s. 67
[12] S. Szpor. Rec. Trav. Sc. Pol. Int. en Suisse 1944, 2/4, s. 513
[13] S. Szpor. Schweitz. Z. f. Forstwesen 1945, s. 209
[14] I. S. Stiekolnikow. Ž. Tiechn. Fiz. 1945, 15/6, s. 297
[15] S. Szpor. Rev. Gén. Él. 1946, 55, s. 25
[16] R. H. Golde. CIGRÊ 1948, r. 311
[17] E. Wasilenko. Praca dypl., Pol. Gdańska, 1950
[18] W. Wiszniewski. Przegl. El. 1950, z. 4/5/6, jako rys. 3 do artykułu J. Gniewiewskiego

MGR INŻ. T. LUBERADZKA
G. I. F. T.

Nowy problem w technice oświetleniowej

Treść. Oświetlenie elektryczne z domieszką promieniowania nadfioletowego. Biologiczne oddziaływanie energii nadfioletowej. Zalety niskoprężnej lampy rtęciowej jako wybiorczego promiennika nadfioletu. Zastosowanie w ZSRR napromieniowywania nadfioletem sal szpitalnych.

Новая проблема в светотехнике. Электрическое освещение с примесью ультрафиолетового излучения. Биологическое действие ультрафиолетовой энергии. Преимущества ртутной лампы низкого давления, как источника селективного ультрафиолетового излучения. Опыт облучения больничных палат в СССР источниками ультрафиолетовой энергии.

New problems in lighting technique. Electric light with ultra-violet radiation blending. Biological reaction of ultra-violet energy. Advantages of low-pressure mercury vapour lamps as a selective ultra-violet radiator. Adoption of ultra-violet irradiation in hospital wards in the U. S. S. R.

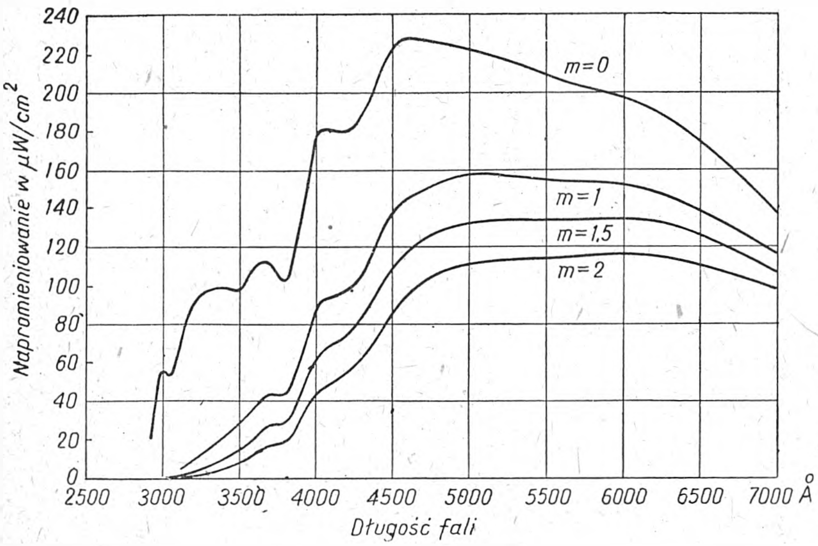
W miarę postępu w dziedzinie budowy elektrycznych źródeł światła rosną również, i to w szybkim tempie, wymagania w stosunku do jakości światła. Dawniej ograniczano się do oceny źródeł światła jedynie na podstawie wielkości i rozkładu przestrzennego strumienia świetlnego. Obecnie w związku ze zjawieniem się lamp fluoryzujących (świetlówek) nabrała również znaczenia sprawa barwy światła.

Jak wiadomo, w świetlówkach istnieje możność otrzymywania światła pożądanej barwy przez dobór odpowiednich luminoforów (proszków fluoryzujących). Aby barwy przedmiotów nie różniły się od siebie w świetle naturalnym i sztucznym, nie wystarcza sama białość światła sztucznego (tzn. takie rozwiązanie, kiedy przedmioty białe przy świetle dziennym są tak samo białe przy świetle sztucznym), wymaga się bowiem ponadto, aby ilościowy (stosunkowy) rozkład energii promieniowania danego źródła w widzialnej części widma był analogiczny do rozkładu w widzialnym widmie słonecznym. Takie światło sztuczne zbliżone do naturalnego, do którego oko ludzkie przystosowało się w ciągu długich tysiącleci, jest, oczywiście, racjonalniejsze również z higienicznego punktu widzenia. Obecnie higieniści wysuwają dalej idący postulat zbliżenia światła sztucznego do naturalnego: wprowadzenie do sztucznego oświetlenia domieszki promieniowania nadfioletowego.

W fachowych czasopismach zachodnich ukazały się nieliczne wzmianki o poszczególnych próbach realizacji tego wymagania. Podana była np. wiadomość o zastosowaniu takiego oświetlenia mieszanego w kilku szkołach w Norwegii, jednak bez żadnych bliższych danych dotyczących charakteru promieniowania, procentowej domieszki nadfioletu itd. Nie widać z tych wzmianek głębszego zainteresowania tą sprawą, jest ona potraktowana raczej jako ciekawostka. W Związku Radzieckim natomiast prowadzone są od szeregu lat na szeroką skalę prace badawcze i doświadczalne nad rozszerzeniem zasięgu widma źródeł światła w obszarze nadfioletu. Ta jaskrawa różnica nie jest bynajmniej zjawiskiem przypadkowym; jest ona wyrazem i wynikiem troski o człowieka w ZSRR, troski, która na każdym kroku towarzyszy wszystkim poczynaniom władzy radzieckiej.

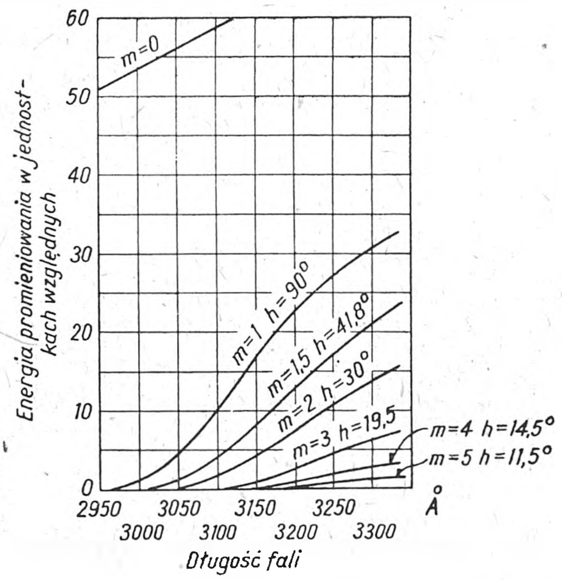
W r. 1947 na XII Wszechzwiązkowym Zjeździe Higienistów z całą stanowczością wysunięte zostało żądanie od techniki świetlnej stworzenia źródeł światła, które by wysyłały oprócz światła widzialnego również promieniowanie nadfioletowe.

W maju r. 1948 na specjalnej konferencji plenarnej Komitetu higieny oświetlenia przy Akademii Nauk Medycznych ZSRR i Komisji techniki świetlnej Działu Techn. Akademii Nauk ZSRR postawiono przed zespołem różnych specjalistów pracujących w tej dziedzinie (biologów, higienistów, fizyków i specjalistów techniki świetlnej) konkretne, przebojowe zadanie zapewnienia ludności w życiu codziennym dopływu promieniowania nadfioletowego. Kierownictwo pracami zespołu powierzono znanemu specjaliście prof. Frankowi.



Rys. 1. Rozkład energii w widmie słonecznym w zależności od grubości warstwy powietrza m, przez którą promieniowanie przebiega (tzn. od wysokości słońca)

Krzywa dla $m = 0$ dotyczy granicy atmosfery; $m = 1$, jeżeli słońce jest w zenicie



Rys. 2. Natężenie promieniowania nadfioletu na granicy atmosfery oraz w zależności od wysokości słońca nad horyzontem, tj. od grubości warstwy powietrza (m)

Powyższe fakty wykazują, jaką wagę przywiązuje się w ZSRR do sprawy „klimatu świetlnego".

Wiadomo powszechnie, że wpływ promieniowania słonecznego, szczególniej jego części w obszarze nadfioletu, jest jednym z ważniejszych elementów problemu ogólnej zdrowotności. Jednak bez bliższego rozpatrzenia przeciętnych warunków życia ludzkiego pod kątem nasłonecznienia ciała nie można sobie dość jasno zdać sprawy z ciężaru gatunkowego zagadnienia.

Współczesny człowiek, żyjąc w mieście, tylko znikomą ilość czasu przebywa na otwartym powietrzu, a i te krótkie chwile przypadają głównie na godziny poranne i wieczorne. W tych porach dnia nie tylko ogólne natężenie promieniowania jest słabsze, lecz mniejsza też jest w tym promieniowaniu procentowa zawartość biologicznie najczynniejszych promieni nadfioletowych tj. pasma 2950—3200 Å (rys. 1 i 2).

Silniejsze zmniejszenie promieniowania nadfioletowego na krótkofalowym krańcu widma słonecznego wywołane jest

rozproszeniem na cząsteczkach powietrza. Według prawa Rayleigha rozpraszanie na cząsteczkach mniejszych od długości fali jest odwrotnie proporcjonalne do czwartej potęgi tej długości fali.

Miasta budowane w okresie kapitalizmu jedynie pod kątem zysku, zapylone i zadymione, mają „klimat świetlny" specjalnie niekorzystny, gdyż natężenie promieniowania jest nie tylko w ich obrębie, lecz i w otoczeniu, dodatkowo zmniejszone. W zimie, gdy słońce przebiega niżej nad horyzontem, w miastach położonych w średnich szerokościach geograficznych nawet przebywanie w godzinach południowych na powietrzu nie poprawia sytuacji. Badania prof. Gałanina, prowadzone wybiorczą metodą zaczernienia litoponu *), wykazały, że w okresie od połowy listopada do końca stycznia w świetle dziennym obserwuje się brak w ogóle promieni krótszych od 3500 Å.

Jeżeli jeszcze uwzględnić, że przebywanie w pomieszczeniach oszklonych izoluje nas ściśle od promieni o fali krótszej od ~ 3340 Å, to okaże się, że nawet w okresie letnim żyjemy w środowisku, praktycznie rzecz biorąc, pozbawionym prawie całkowicie czynnego biologicznie promieniowania nadfioletowego (2950—3200 Å). Prof. Koszkin określa ten stan jako „ciemności biologiczne nocy polarnej".

Pierwszym sposobem zwalczania skutków tego stanu były naświetlania. W okresie międzywojennym w licznych kopalniach i przedsiębiorstwach Związku Radzieckiego (tam, gdzie praca odbywała się bez dostępu światła dziennego) stosowano naświetlania okresowe pracowników „górskim słońcem" w specjalnych pomieszczeniach zwanych „fotariami". Fotaria były zorganizowane również w krajach kapitalistycznych przy niektórych kopalniach. Wkrótce po zakończeniu wojny, bo już w marcu 1946 r., Ministerstwo Przemysłu Węglowego USRR zarządziło powszechne organizowanie fotariów i wydało szczegółowe instrukcje podkreślając, że górnicy, pozbawieni w ciągu całego czasu pracy naturalnego światła, powinni być przedmiotem szczególnej dbałości w godzinach swego pobytu na powierzchni.

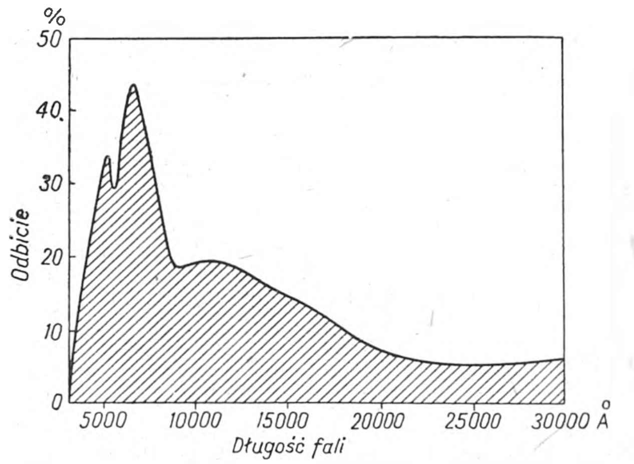
Obecnie w ZSRR rozpowszechniają się również fotaria dla sportowców (w miesiącach zimowych) i dla dzieci w sanatoriach i prewentoriach. Okazuje się bowiem, że charakterystyczny przy końcu zimy, nagminny spadek sprawności fizycznej i odporności na infekcje, połączony z uczuciem zmęczenia i nerwobólami, jest spowodowany osobliwym „głodem" świetlnym.

Badania wpływu biologicznego promieniowania nadfioletowego o różnych długościach fal prowadzone są przez naukowców już od dawna, jednak, mimo wielu ciekawych wyników stwierdzonych doświadczalnie w sposób niewątpliwy, nie jedno pozostaje jeszcze w tej dziedzinie do wyjaśnienia.

Przed przejściem do rozpatrzenia biologicznego działania promieniowania nadfioletowego warto przypomnieć o właściwościach skóry ludzkiej jako ośrodka optycznego. Ośrodek optyczny charakteryzuje się trzema własnościami: odbiciem promieniowania, przepuszczalnością oraz pochłanianiem. Krzywa współczynnika odbicia dla skóry ludzkiej ma ciekawy przebieg, wykazujący niejako charakter obronny organizmu przed nadmiarem energii promienistej. Krzywa ta jest zbliżona swym charakterem do krzywej obrazującej rozkład energii w widmie słońca. Odbicie jest największe w tym zakresie, gdzie promieniowanie jest najsilniejsze, małe zaś ilości energii nadfioletowej są prawie całkowicie pochłaniane przez organizm ludzki (odbicie ok. 3%), jak widać z rys. 3.

Krzywa przepuszczalności różnych warstw skóry dla promieni nadfioletowych (wg Bacha — rys. 4) wskazuje, że promieniowanie nadfioletowe jest całkowicie pochłaniane przez samą skórę i nie dochodzi do głębiej położonych tkanek; przy tym krótkie promieniowanie nadfioletowe jest bardzo silnie pochłaniane już przez zrogowaciałą warstwę naskórka (o grubości 0,03 mm), częściowo zaś przez właściwy naskórek (o grubości 0,05 mm). W unaczynionej warstwie skóry (o grubości 0,5 mm) pochłaniany jest zakres 2500—3200 Å, a dopiero pozostała nikła ilość dochodzi do najgłębszej warstwy skóry.

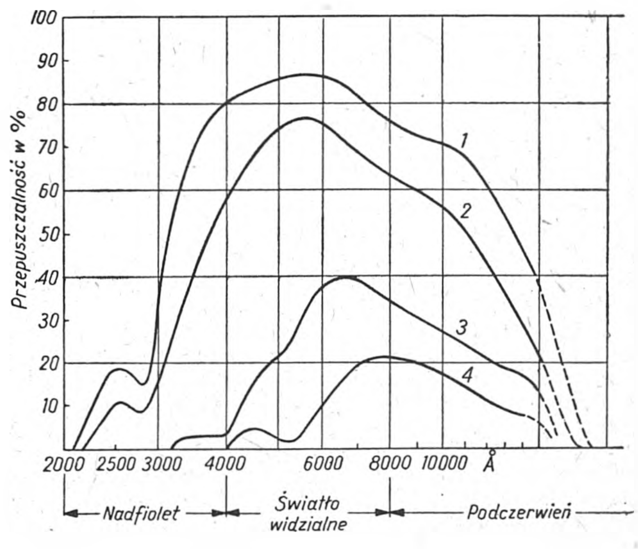
Z różnych procesów biologicznych, zachodzących pod wpływem promieniowania nadfioletowego w miejscu bezpośredniego pochłaniania tej energii — w skórze, najdokładniej zbadane są: działanie na mikroorganizmy (w małej dawce pobudzające wzrost, w większej niszczące żywą komórkę), działanie fotochemiczne, wywołujące powstawanie witaminy D z ergosteryny (prowitaminy D), oraz działanie wywołujące charakterystyczne reakcje skóry jak zaczerwienie czyli rumień oraz pigmentację.



Rys. 3. Spółczynnik odbicia dla skóry ludzkiej (w %)

Pochłonięte przez skórę promieniowanie ultrafioletowe wywiera, jak wiadomo, wzmacniający wpływ na organizm w całości, jednakże dotychczas nie zostały przeprowadzone badania ilościowe wpływu tego promieniowania w zależności od długości fali stosowanej do naświetlań.

Rys. 5 obrazuje biologiczne oddziaływanie promieniowania w różnych obszarach widma. Jak widać z wykresów, pigmentacja i rumień nie zawsze występują łącznie. Istnieją znaczne rozbieżności w przebiegach krzywych według danych z różnych źródeł, jednak największe wartości poszczególnych krzywych przypadają prawie na te same długości fal u wszystkich autorów. Różnice są zrozumiałe, jeśli uświadomić sobie nie tylko trudności doświadczalne, lecz i fakt, że są to krzywe średnich wartości statystycznych, np. krzywa *B* — dla badanej grupy mieszanych bakterii, krzywe *C, D, E* — dla grup ludzi.



Rys. 4. Przepuszczalność widmowa poszczególnych warstw skóry

1 — dla zrogowaciałej warstwy naskórka o grub. 0,03 mm
2 — dla naskórka o grubości 0,05 mm
3 — dla naskórka i unaczynionej warstwy skóry o grubości 0,5 mm
4 — dla naskórka wraz ze skórą o łącznej grubości 2 mm

W sprawie procesów fotochemicznych Windaus w latach 1932—34 stwierdził, że w wypadku naświetlania ergosteryny promieniowaniem o długości fali większej od 2800 Å

*) Zaczernienie występuje pod działaniem promieni o długości fali od 2800 do 3500 A.

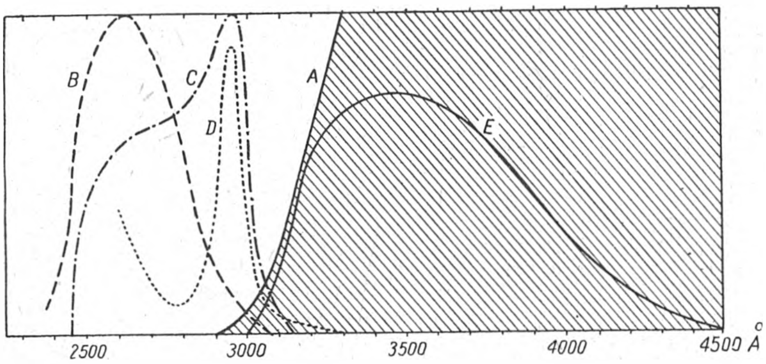
otrzymuje się większą ilość witaminy D niż w obecności fal krótszych. Jak się okazało, pod działaniem tych krótszych fal, chciwie pochłanianych przez ergosterynę, przechodzi ona nie w witaminę D, lecz w inne, nieaktywne, a nawet mogące działać toksycznie związki.

To krótkie zapoznanie się z własnościami promieni nadfioletowych daje już pewne kryteria do oceny wartości biologicznej różnych źródeł promieniowania nadfioletowego oraz dobrania najwłaściwszych dla różnych celów.

Rozpatrując np. widmo promieni nadfioletowych źródła najczęściej stosowanego, tzw. lampy kwarcowej, spostrzegamy, że widmo to jest energetycznie ubogie w najważniejszym paśmie (2800—3000 Å), wskutek czego działanie biologiczne tego źródła jest stosunkowo małe.

Dlatego właśnie opracowano w ZSRR typ nowej lampy przeciwkrzywicowej. Jest to niskoprężna lampa rtęciowa puszczalna wielkość dawki krótkofalowej energii nadfioletu stosowana przez prof. Koszkina w charakterze stałej domieszki do oświetlenia wynosi 1/8—1/10 biodozy *). Dawka ta jest znacznie mniejsza od określonej przez Nejsztata progowej wartości energii nadfioletu, wywołującej fotooftalmię (ślepotę świetlną) **). Jest ona wystarczająca do zapobiegania krzywicy oraz do dostatecznego zmniejszenia flory bakteryjnej w powietrzu, nie wywołuje przy tym żadnego ubocznego szkodliwego działania na organizm. Zalecone jest w tym wypadku, oczywiście, stosowanie jak najbardziej równomiernego naświetlania pomieszczeń promieniowaniem rozproszonym.

Dodatnia ocena wyników stosowania lampy bakteriobójczej oparta jest na bogatym materiale statystycznym, uzyskanym przy stosowaniu pośredniego promieniowania nadfioletowego w salach szpitalnych.



Rys. 5. Biologiczne działanie różnych obszarów widma

A — rozkład energii w widmie słonecznym
B — działanie bakteriobójcze (na bakterie mieszane)
C — działanie przeciwkrzywicowe
D — działanie wywołujące rumień
E — działanie wywołujące pigmentację (brązowienie)

z warstwą fluoryzującą, różniąca się od powszechnie używanej „świetlówki" (rury fluoryzującej) tylko specjalnym gatunkiem szkła użytego na rurę (z dolną granicą przepuszczalności około 2800 Å) i składem luminoforu, nałożonego na wewnętrzną powierzchnię rury. Zamiast luminoforu z emisją w widzialnej części widma zastosowano w tej lampie luminofor z emisją w paśmie fal, położonych w pobliżu maksymum działania przeciwkrzywicowego energii promienistej *). W razie potrzeby można przy tym przez odpowiedni dobór składu proszku fluoryzującego uzyskać przesunięcie lub poszerzenie ciągłego widma emisyjnego w pożądanym kierunku.

Lampa „bakteriobójcza" jest również niskoprężną lampą rtęciową. Na rury do lamp BUW-2 w ZSRR zastosowano szkło o dolnej granicy przepuszczalności ok. 2400 Å. Lampa pracuje bez żadnego luminoforu, ponieważ w widmie wyładowania elektrycznego w niskoprężnych parach rtęci ponad 80% energii nadfioletowej przypada na linię rezonansową rtęci 2537 Å, a ta właśnie długość fali leży w pobliżu maksymum działania bakteriobójczego **).

Lampa ta ma jeszcze jedną wyższość (prócz niskiej ceny) nad lampą kwarcową wysokoprężną: dzięki temu, że odpowiednio dobrane szkło zatrzymuje prawie całkowicie promieniowanie o długościach fali chciwie pochłanianych przez powietrze (1800—2300 Å), w otoczeniu nie powstają wcale szkodliwe dla zdrowia tlenki azotu, a ozon, będący w większych stężeniach szkodliwy, powstaje tylko w niewielkich ilościach. W ciągu jednej godziny przy świeceniu 6 lamp typu BUW-2 w zamkniętej przestrzeni o objętości 260 l koncentracja ozonu zawierała się w granicach 0,001—0,0001 mg/l.

Na temat różnych zastosowań i skuteczności działania lamp bakteriobójczych istnieje bogate piśmiennictwo w różnych krajach, jednakże tylko źródła radzieckie podają konkretne i pełne dane liczbowe w sprawie stosowania tych lamp do oświetlania pomieszczeń w obecności ludzi.

Dane te dają praktyczne możliwości oparcia się na doświadczeniach radzieckich bez przeprowadzania na nowo żmudnych i czasem ryzykownych eksperymentów. Do-

*) Lampa ta jest wielokrotnie tańsza od lampy kwarcowej wysokoprężnej, co pozwoli na jej powszechne stosowanie dla naświetlań leczniczych, szczególnie w żłobkach i przedszkolach.

**) Do lampy bakteriobójczej Philipsa TUV 25 W zastosowano według danych firmowych szkło o dolnej granicy przepuszczalności 2000 Å.

Naświetlanie przeprowadzano codziennie w ciągu długich godzin; mimo to przez kilka lat nie stwierdzono ani jednego wypadku zapalenia spojówek lub wystąpienia zaczerwienienia skóry.

W naświetlanych salach (w stosunku do kontrolnych) nie tylko spadła liczba infekcji wewnątrz-szpitalnych wskutek zmniejszenia flory bakteryjnej pod wpływem promieni nadfioletowych, lecz również, co jest szczególnie godne uwagi, dzieci chore przychodziły do zdrowia znacznie szybciej, tak dalece, że średni czas trwania wtórnej choroby był 2—3-krotnie krótszy niż w salach kontrolnych. To samo zjawisko stwierdzono i na rekonwalescentach. Przy naświetlaniu sal zakaźnych (płonica) nie tylko spadła ilość komplikacji, lecz także zmalał czas trwania już powstałych komplikacji. Fakty te świadczą dobitnie, że pod wpływem promieni nadfioletowych wzrosła odporność organizmów dziecięcych.

Przytoczone próby i badania wykazują, jak człowiek uczy się coraz bardziej świadomie i celowo kształtować warunki swego bytowania i jak dalece postęp na tej drodze jest uzależniony od ścisłej współpracy biologów z technikami.

LITERATURA

1. Kalitin N. N. Łuczy sołnca, 1947
2. Ejgenson M. S. i inni. Sołniecznaja aktiwnost' i jejo ziemnyje projawlenja
3. Dérribéré. Les applications des rayons ultraviolets
4. Luckiesh. Applications of Germicidal Erythemal and Infrared Energy
5. Meyer & Seitz. Ultraviolette Strahlen, 1949
6. Kudriaszow B. A. Biołogiczeskije osnowy uczenja o witaminach
7. Ultrafioletowoje izłuczenje i gigiena (zbiorowe wyd. Ak. Nauk ZSRR), 1949

*) Za biodozę uważana jest najmniejsza ilość energii promienistej, która wywołuje zaczerwienienie skóry; wg Koblenza przyjęto uważać za odpowiadające średniej biodozie następujące dawki energii:

a) przy długości fali 2537 A — 4,8 cal. mg/cm²,
b) przy sumarycznym promieniowaniu w nadfiolecie lampy kwarcowej wysokoprężnej — 13,5 cal. mg/cm²,
c) przy nadfioletowej części promieniowania słonecznego — 22,5 cal. mg/cm².

**) Poniżej tej wartości, wynoszącej 175 mW/cm², najdłuższe nawet naświetlanie nie wywiera szkodliwego wpływu na oczy.

MGR INŻ. L. BERSON

Wybór punktu roboczego przy normalizacji żarówek

Treść. Produkując żarówki pewnej „dobroci", możemy przez odpowiednią konstrukcję skrętki zmieniać w szerokich granicach jej temperaturę, a przez to i sprawność żarówki. Równocześnie zmienia się automatycznie trwałość. Biorąc pod uwagę dwa najważniejsze składniki kosztu lumenogodziny — koszt amortyzacji żarówki i koszt zużywanej przez nią energii elektrycznej, autor dochodzi do prostego wzoru matematycznego, określającego najkorzystniejszą trwałość, przy której koszt lumenogodziny jest najniższy. Jest ona funkcją liniową stosunku kosztu żarówki do kosztu kilowatogodziny. Podany jest w postaci wzoru i krzywej uniwersalnej procentowy wzrost kosztu lumenogodziny przy procentowej odchyłce trwałości od wartości najkorzystniejszej. Omówione są krótko względy uzasadniające wybór trwałości roboczej innej niż trwałość najkorzystniejsza.

Выбор „рабочей точки" при нормализации ламп накаливания. При производстве ламп накаливания определенного качества можно путем подбора конструкции спирали изменять в широких пределах ее температуру, а значит и световую отдачу лампы. Одновременно с этим автоматически изменяется срок службы лампы. Принимая в расчет две важнейшие составляющие стоимости одного люмен-часа — стоимость лампы и стоимость электрической энергии, получаем простую формулу, определяющую наиболее выгодный срок службы, при котором стоимость 1 люмен-часа достигает минимума. Этот срок службы является линейной функцией отношения стоимости лампы к стоимости энергии. Даются формула и кривая, выражающие процентное возрастание стоимости 1 лм.-ч. в зависимости от процентного отклонения действительного срока службы от наиболее выгодного. Обсуждаются соображения, которые обосновывают выбор срока службы, отклоняющегося от оптимального значения.

Selection of the „working point" in the standardisation of lamps. It is possible, when producing lamps of certain „quality" to vary, by a corresponding design of the coil, the temperature of the filament and, consequently, the efficiency of the lamp, within a wide range. At the same time, the life of the lamp is automatically changed. The author, taking into consideration the two most essential components of cost per lumen-hour, i. e. the cost of depreciation of a lamp and the cost of energy consumed by it, arrives at a simple mathematical formula expressing the most advantageous life at which the cost per lumen-hour is lowest. It is a linear function of the ratio of the cost of a lamp to the cost of one kilowatt-hour. The article gives, in the form of a formula and curve, the percentage increase in the cost per lumen-hour at a corresponding rate of digression from optimum value of life. Brief reference is made to arguments justifying the selection of a lamp with a working life other than the optimum one.

1. Sformułowanie zagadnienia.

Przy podwyższaniu temperatury żarówki widmo wysyłanego przez nią światła przesuwa się w kierunku promieni krótszych, wskutek czego część energii wypromieniowana w zakresie światła widzialnego zwiększa się w stosunku do całej wypromieniowanej energii. W związku z tym zwiększa się sprawność żarówki mierzona w lm/W. Równocześnie jednak zwiększa się parowanie i rozpylanie drutu wolframowego, z którego wykonany jest żarnik, co powoduje zmniejszenie trwałości.

Związek między dwoma najwazniejszymi parametrami — sprawnością (S) i trwałością (T) żarówki da się ująć z wielkim przybliżeniem w bardzo proste równanie

(1a) $$TS^7 = c$$

lub

(1b) $$T^{\frac{1}{7}} S = c_1$$

gdzie $c_1{}^7 = c$. Jeżeli więc przez zmianę napięcia doprowadzonego do żarówki zmienimy temperaturę jej żarnika, zmieni się zarówno jej sprawność, jak i trwałość i to z siódmą potęgą.

Jeżeli wyprodukujemy dwie partie żarówek z równie dobrych surowców na równie dobrych maszynach, stosując z równą starannością ten sam proces technologiczny, to średnia dobroć obu partii będzie równa. Jeżeli jednak przez zastosowanie różnej długości skrętki skonstruowaliśmy obie partie tak, że ich temperatura będzie różna, to różne będą też wielkości podane we wzorach (1). Oczywiście, stała c wzgl. c_1 pozostanie jednak niezmienna. Ona jest więc miarą dobroci.

Jako dobroć (D) żarówki uważamy początkową sprawność stwierdzoną przy włączeniu żarówki na napięcie, przy którym będzie ona świecić aż do przepalenia przez 1000 godzin. Wynika z tego i ze wzorów (1), że

(2a) $$D = S_{1000} = c^{\frac{1}{7}} \cdot 10^{-\frac{3}{7}}$$

lub

(2b) $$D = S_{1000} = c_1 \cdot 10^{-\frac{3}{7}}$$

Dla przeważającej części typów żarówek c_1 jest zawarte między 20 a 60 $\text{lm.h}^{\frac{1}{7}} \cdot \text{W}^{-1}$, a więc D wynosi na ogół 7,5 do 22 lm/W.

Koszt lumenogodziny żarówki składa się — pomijając pozycje drugorzędne, jak np. koszt zakupu i zawieszenia — z dwóch zasadniczych pozycji:

a) z kosztu odnowienia żarówki,

b) z kosztu energii elektrycznej.

Jeżeli — przy danej dobroci żarówki — podwyższymy jej temperaturę, to koszt odnowienia zwiększy się, gdyż zmniejszy się jej trwałość, natomiast zmniejszy się koszt energii elektrycznej przypadającej na 1 lumenogodzinę, gdyż sprawność zwiększy się. Istnieje punkt najkorzystniejszy, dla każdego typu inny, przy którym suma obu wymienionych kosztów jest najmniejsza.

P i e r w s z y m z a d a n i e m jest więc u s t a l e n i e p u n k t u n a j n i ż s z e g o k o s z t u l u m e n o g o d z i n y. Jak dalsze rozważania wykażą, jest on zależny tylko od stosunku kosztu żarówki do kosztu energii elektrycznej i od mocy, natomiast jest niezależny od dobroci. Jednak nie zawsze jest rzeczą celową obrać punkt roboczy przy minimum kosztu 1 lm.h. Różne względy przemawiają za przesunięciem go w tę lub inną stronę. Aby jednak móc tu powziąć decyzję, musimy sobie zdać sprawę, co przy danym kompromisie tracimy.

D r u g i m z a d a n i e m jest więc ustalenie, o ile zwiększy się koszt lumenogodziny różnych typów żarówek przy przesunięciu punktu roboczego. Trzeba więc o b l i c z y ć k r z y w e k o n k r e t n y c h k o s z t ó w r ó ż n y c h t y p ó w ż a r ó w e k p r z y d a n e j d o b r o c i i z m i e n n e j t r w a ł o ś c i. Obliczenia te dokonamy dla żarówek 220-woltowych głównego szeregu od 15 do 1000 W. W obliczeniach swych nie uwzględnimy wpływu spadku mocy i sprawności w czasie świecenia. Uwzględnienie tego wpływu nie zmieniłoby w sposób istotny naszych obliczeń, a skomplikowałoby je poważnie.

T r z e c i m w r e s z c i e z a d a n i e m jest r o z w a ż e n i e w s z e l k i c h m o m e n t ó w n i e u j ę t y c h w p i e r w s z y m z a d a n i u, a p r z e m a w i a j ą c y c h z a p r z e s u n i ę c i e m t r w a ł o ś c i i s p r a w n o ś c i z p u n k t u n a j n i ż s z e g o k o s z t u l u m e n o g o d z i n y.

Wyciągnięcie ostatecznych wniosków, to jest ostateczna decyzja należy do Komisji lamp elektrycznych PKN. Autor nie chce uprzedzać tej decyzji, podaje jednak główne elementy potrzebne dla jej powzięcia i wyraża nadzieję, że niniejszy artykuł przez naświetlenie problemu ułatwi naszym inżynierom zajęcie stanowiska, stwarzając podstawy dla obrad Komisji i powzięcia decyzji.

2. Obliczenie najkorzystniejszej trwałości żarówek o stałej dobroci.

Niech będzie:

$Ż$ = koszt 1 żarówki (zł),
E = koszt energii elektrycznej (zł/kWh),
K = całkowity koszt 1 lumenogodziny (zł/lm.h),
S = sprawność (lm/kW),
M = moc żarówki (kW),
T = trwałość (h).

Wskaźnik e będzie oznaczał najkorzystniejszy punkt pracy żarówki, tj. ten, przy którym koszt lumenogodziny jest najniższy.

Przyjmujemy sprawność i trwałość żarówki jako zmienne i szukamy minimum kosztów 1 lumenogodziny.

Całkowity koszt 1 godz. świecenia składa się z kosztu amortyzacji żarówki i kosztu energii elektrycznej pobranej w ciągu 1 h:

$$\frac{Ż}{T} + M \cdot E.$$

Koszt 1 lm.h świecenia jest równy kosztowi 1 h świecenia, podzielonemu przez strumień świetlny żarówki, czyli przez $S.M$:

$$K = \frac{Ż}{TSM} + \frac{E}{S}. \tag{3}$$

Podstawiając z (1a) wartość na T, otrzymujemy

$$K = \frac{Ż \cdot S^6}{cM} + E \cdot S^{-1}. \tag{4}$$

Różniczkując otrzymujemy dla $f'(K) = 0$ punkt, dla którego K osiąga minimum:

$$\frac{dK}{dS} = 6\,\frac{Ż}{cM} \cdot S^5 - ES^{-2} = 0$$

czyli

$$6\,\frac{Ż}{cM} \cdot S^7 = E. \tag{5}$$

Podstawiając z powrotem trwałość z (1a) dostajemy:

$$6\,\frac{Ż}{M} \cdot \frac{1}{T_e} = E,$$

albo

$$T_e = \frac{6Ż}{ME}. \tag{6}$$

Jeżeli chcemy liczyć moc żarówki w watach (a nie w kilowatach), wtedy wzór (6) przybiera następującą postać:

$$T_e = 1000\,\frac{6Ż}{M_w \cdot E}. \tag{7}$$

Jak wynika z równania (7), najkorzystniejsza trwałość zależy tylko od mocy żarówki i od stosunku jej kosztu do kosztu kilowatogodziny.

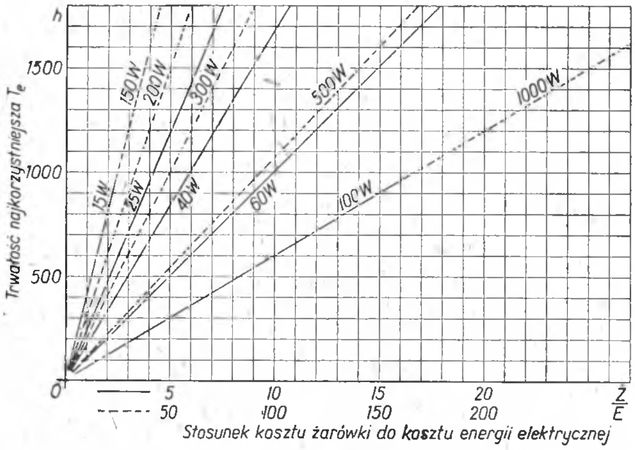
Rys. 1 przedstawia funkcję

$$T_e = f\left(\frac{Ż}{E}\right)$$

dla wszystkich typów żarówek głównego szeregu. Jak wynika z równania (7), jest to funkcja liniowa.

Tu należy podkreślić, że miarodajny do określenia punktu roboczego jest stosunek rzeczywistych kosztów żarówki i energii loco oprawka u odbiorcy, a nie stosunek cen sprzedażnych, które w gospodarce planowej mogą być regulowane nie tylko w zależności od kosztów. Dla gospodarki narodowej jest jedynie ważny koszt, a nie cena.

Stosunek kosztu żarówki do jej mocy, zależny od kosztu surowców i rodzaju maszyn, na których się ją wykonywa, maleje szybko ze zwiększającą się mocą. Można wychodząc z pewnego typu żarówki np. 15-watowej ustalić stosunek kosztu wszystkich innych żarówek do jej kosztu. W tym wypadku szukając najekonomiczniejszego punktu roboczego w różnych warunkach, przy różnych wartościach stosunku kosztu żarówki do kosztu energii wystarczy ustalić stosunek ten dla żarówki 15-watowej, a stosunek kosztów i tym samym wielkość najkorzystniejszej trwałości dla wszystkich innych typów wynika automatycznie.



Rys. 1. Najkorzystniejsza trwałość żarówek głównego szeregu w zależności od stosunku kosztu żarówki do kosztu energii (1 kWh)

Tabl. I podaje przybliżony stosunek kosztu różnych żarówek do żarówki 15-watowej, traktowanej jako jednostka. Oczywiście, stosunek ten dla różnych kosztów surowców i robocizny oraz urządzeń maszynowych nieco się różni. Stosunek ten może ulec pewnej zmianie w związku z dalszą mechanizacją produkcji większych typów i z tendencją do przejścia przy średnich i większych typach na mniejsze bańki.

Rys. 2 przedstawia siatkę najkorzystniejszych trwałości w zależności od stosunku kosztu żarówki do kosztu energii analogicznie do rys. 1. Wykres ten jest jednak uzupełniony krzywymi poprzecznymi, łączącymi punkty najkorzystniejszej trwałości żarówek o różnej mocy dla różnego stosunku kosztu żarówki 15-watowej do kosztu energii (1 kWh). Tak np. krzywa *6* łączy punkty najkorzystniejszych trwałości poszczególnych typów żarówek (o różnej mocy) przy założeniu, że stosunek $\frac{Ż_{15}}{E} = 6$. Dla żarówki np. 300-watowej będzie w tym wypadku stosunek $\frac{Ż_{300}}{E}$ wynosić $\frac{Ż_{15}}{E} \cdot \frac{Ż_{300}}{Ż_{15}}$, a więc według tabl. I będzie on równy $6 \,.\, 3{,}65 = 21{,}9$.

Już z rys. 1 widać, że wskutek znacznie niższego kosztu większych żarówek na 1 wat mocy trwałość najkorzystniejsza obniża się silnie przy większych typach. Tabl. II podaje wartości liczbowe odpowiadające rys. 2.

Tablica I. Względny koszt żarówek

Moc (W)	Koszt żarówki	Koszt żarówki na 1 W	Moc (W)	Koszt żarówki	Koszt żarówki na 1 W	Żarówki dwuskrętkowe: Moc (W)	Żarówki dwuskrętkowe: Koszt żarówki	Żarówki dwuskrętkowe: Koszt żarówki na 1 W
15	1,00	1,00	150	1,28	0,128	40	1,08	0,405
25	1,02	0,61	200	1,37	0,103	60	1,10	0,275
40	1,02	0,382	300	3,65	0,182	100	1,20	0,180
60	1,04	0,260	500	5,00	0,150			
100	1,12	0,168	1000	5,50	0,083			

3. Obliczenie kosztu światła (1 lumenogodziny) dla żarówek głównego szeregu przy stałej „dobroci" w zależności od trwałości.

Dla dowolnej trwałości T_x otrzymamy z równ. (3) koszt światła:

$$K_x = \frac{Ż}{T_x S_x M} + \frac{E}{S_x}. \tag{8}$$

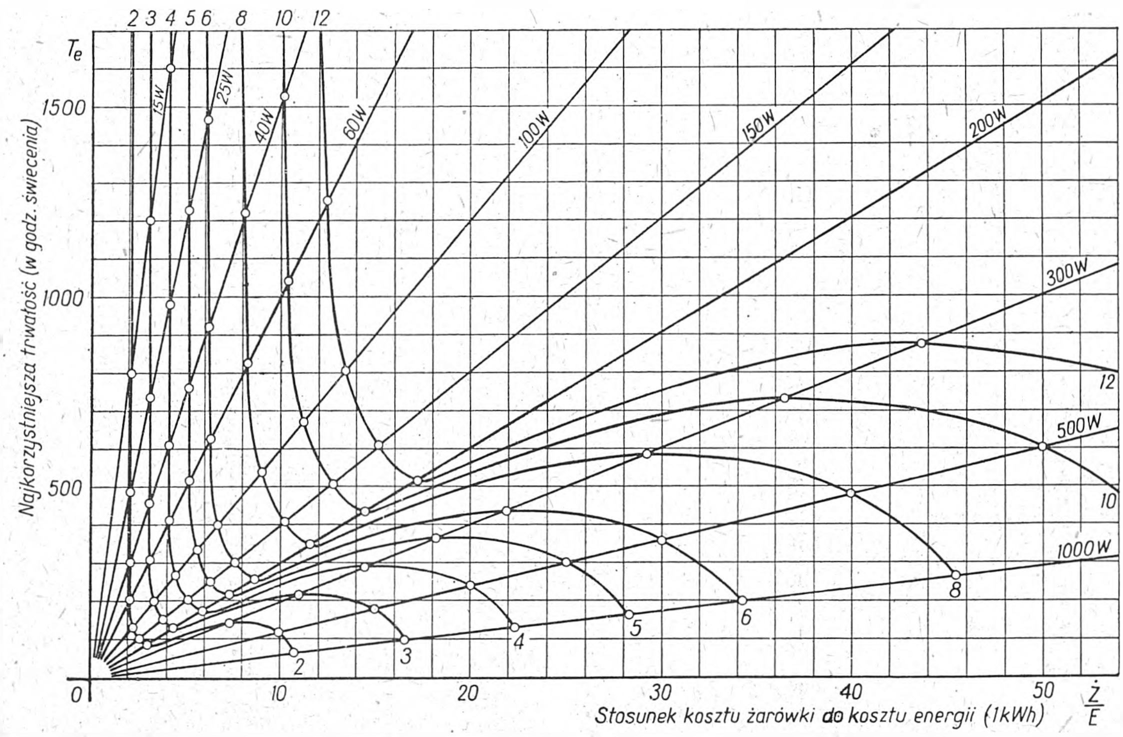
Dla najkorzystniejszej trwałości T_e otrzymamy z równ. (3) i (6) koszt światła:

$$K_e = \frac{\dot{Z}}{T_e S_e M} + \frac{E}{S_e} = \frac{\dot{Z} M E}{6 \dot{Z} S_e M} + \frac{E}{S_e} = \frac{7}{6}\frac{E}{S_e} . \tag{9}$$

Nas tu interesuje nie bezwzględna wartość K_x, lecz stosunek kosztu 1 lm.h przy danej trwałości T_x do kosztu najniższego przy najkorzystniejszej trwałości T_e. Stosunek ten otrzymujemy z równ. (8) i (9):

$$\frac{K_x}{K_e} = \frac{6}{7}\frac{S_e}{E}\left(\frac{\dot{Z}}{T_x S_x M} + \frac{E}{S_x}\right) = \frac{6}{7}\left(\frac{\dot{Z}}{ME}\cdot\frac{1}{T_x} + 1\right)\frac{S_e}{S_x} .$$

Tablica III i krzywa na rys. 3 podają wartości szczegółowe dla $\frac{T_x}{T_e}$ w granicach od 0,4 do 10. Jak widzimy, przyrost kosztu lumenogodziny jest przy trwałości zwiększającej się ponad trwałość najkorzystniejszą początkowo bardzo mały, co pozwala nam w dość szerokim zakresie wziąć pod uwagę inne momenty nie objęte powyższym rachunkiem, a wpływające na zmianę obranej trwałości. Jeżeli chcemy przejść na trwałości bezwzględne, wyrażone w godzinach, musimy uwzględnić stosunek kosztu żarówki do kosztu 1 kWh, gdyż od tego zależy położenie punktu trwałości najkorzystniejszej.



Rys. 2. Najkorzystniejsza trwałość żarówek głównego szeregu przy stosunku kosztu żarówki 15-watowej do kosztu energii (1 kWh), równym 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12

Krzywe poprzeczne łączą trwałości najkorzystniejsze wszystkich żarówek głównego szeregu dla różnego stosunku kosztu żarówki 15-watowej do kosztu 1 kWh

Ponieważ z (1b) wynika

$$\frac{S_e}{S_x} = \left(\frac{T_x}{T_e}\right)^{\frac{1}{7}},$$

przeto

$$\frac{K_x}{K_e} = \frac{6}{7}\left(\frac{\dot{Z}}{ME}\cdot\frac{1}{T_x} + 1\right)\cdot\left(\frac{T_x}{T_e}\right)^{\frac{1}{7}};$$

ponieważ na podstawie (6)

$$\frac{\dot{Z}}{ME} = \frac{T_e}{6},$$

otrzymujemy:

$$\frac{K_x}{K_e} = \frac{6}{7}\left(\frac{1}{6}\cdot\frac{T_e}{T_x} + 1\right)\left(\frac{T_x}{T_e}\right)^{\frac{1}{7}}. \tag{10}$$

Z tego równania wynika, że stosunek kosztów własnych przy danej trwałości do kosztów własnych przy trwałości najkorzystniejszej zależy tylko od stosunku tych trwałości, a więc nie zależy od typu, sprawności żarówki, mocy pobranej, kosztu żarówki lub kosztu energii elektrycznej. Jeżeli więc znamy trwałość najkorzystniejszą (która znów zależy tylko od stosunku kosztów i od mocy), możemy z powyższego równania obliczyć procentowy wzrost kosztów dla każdej odchyłki trwałości od wartości najkorzystniejszej.

Tablica II. Najkorzystniejsza trwałość T_e dla różnych stosunków kosztu żarówki 15-watowej do kosztu 1 kWh przy przyjęciu kosztu względnego żarówek według tabl. I

Moc żarówek głównego szeregu (W)	Stosunek kosztu żarówki 15-watowej do kosztu 1 kWh ($\dot{Z}_{15}/E$)								
	1	2	3	4	5	6	8	10	12
15	400	800	1200	1600	2000	2400	3200	4000	4800
25	245	490	735	980	1225	1470	1960	2450	2950
40	153	306	459	610	765	920	1220	1530	1840
60	104	208	312	415	520	625	830	1040	1250
100	67	134	200	270	335	400	540	670	805
150	51	102	153	205	255	305	410	510	610
200	41	82	123	165	205	245	330	410	490
300	73	146	220	290	365	440	585	730	875
500	60	120	180	240	300	360	480	600	720
1000	33	66	99	132	165	198	264	330	396

Tabl. IV podaje względny koszt lumenogodziny w stosunku do kosztu najniższego dla żarówek głównego szeregu przy różnych trwałościach obranych i różnym sto-

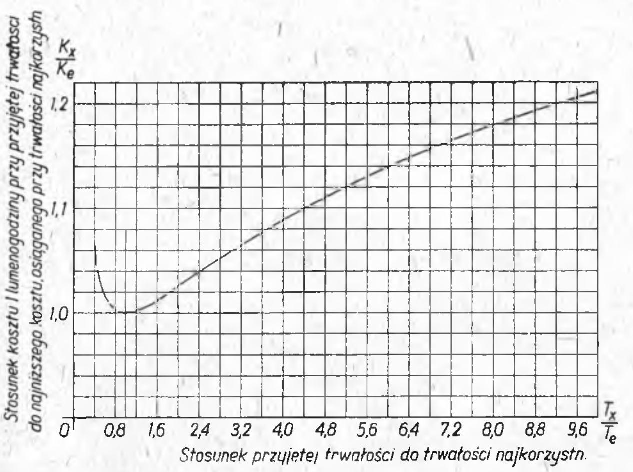
Tablica III. Stosunek kosztu 1 lumenogodziny do jej najniższego kosztu dla różnych stosunków trwałości obranej do trwałości najkorzystniejszej

T_x/T_e	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
K_x/K_e	1,0655	1,0351	1,0181	1,0085	1,0042	1,0009	1,0000	1,0005

T_x/T_e	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0
K_x/K_e	1,0027	1,0042	1,0065	1,0097	1,0125	1,0188	1,0255	1,0420	1,0587

T_x/T_e	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0
K_x/K_e	1,0740	1,0882	1,1019	1,1148	1,1381	1,1775	1,2106

sunku kosztu żarówki 15-watowej do kosztu kilowatogodziny (2, 4 i 6).



Rys. 3. Zwyżka kosztu światła (1 lumenogodziny) przy odchyleniu się trwałości żarówki od wartości najkorzystniejszej

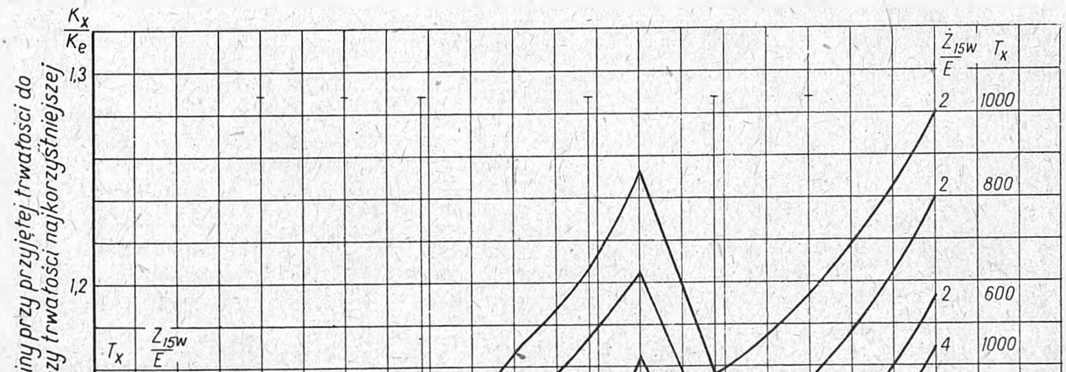
Krzywa jest ważna dla wszystkich żarówek niezależnie od ich mocy, sprawności, kosztu i niezależnie od kosztu energii

Rys. 4 odzwierciadla treść tabl. IV w postaci krzywych. Na osi odciętych podano moc żarówek M w skali logarytmicznej i za pomocą prostych pionowych oznaczono poszczególne typy żarówek. Na osi rzędnych podano wzrost kosztu lumenogodziny przy danej trwałości (np. 400 godz., 600 godz. itd.) w postaci stosunku kosztu rzeczywistego K_x do kosztu najmniejszego K_e. Każda krzywa przedstawia stosunek $\frac{K_x}{K_e}$ dla pewnego stosunku kosztu żarówki do kosztu kilowatogodziny i to kolejno dla $\frac{Ż}{E} = 2 — 4 — 6$. Punkty na poszczególnych pionach, odpowiadające tej samej trwałości i temu samemu stosunkowi kosztu żarówki do kosztu 1 kWh, połączono za pomocą krzywych. Rysunki orientują więc od razu, jakie wynikają zwyżki kosztu lumenogodziny przy przyjęciu pewnej wspólnej trwałości dla grupy typów żarówek. Np. druga od góry krzywa podaje względny wzrost kosztu 1 lm.h dla stosunku kosztu żarówki 15-watowej do kosztu 1 kWh równego 2 i obranego punktu roboczego, tj. trwałości równej 800 h.

4. Ogólne względy, przemawiające za przesunięciem trwałości z obliczonego punktu najkorzystniejszego.

a) Argumenty techniczne przemawiają przeciw zbyt silnemu podwyższaniu temperatury, a więc przeciw zbytniemu zmniejszaniu trwałości. Przede wszystkim jest niebezpieczeństwo jonizacji (zwłaszcza w żarówkach próżniowych), która może doprowadzić do zniszczenia żarówki, a nawet przepalenia bezpieczników, jeżeli żarówka sama ich nie posiada. Oczywiście, niebezpieczeństwo to wzrasta ze zwyżką temperatury.

Następnie przy wyższej temperaturze proces rekrystalizacji drutu wolframowego postępuje szybciej, wskutek czego odporność na wstrząsy prędzej maleje w miarę świecenia.



Rys. 4. Zwyżka kosztu światła (1 lumenogodziny) przy różnej trwałości bezwzględnej

Oba te momenty nie występują — zwłaszcza przy żarówkach gazowanych — w stopniu uniemożliwiającym zmniejszenie trwałości nawet do połowy. Już 5%-we przepięcie zmniejsza trwałość o połowę, a wiemy z zachowania się wielu dziesiątków tysięcy żarówek przepalanych na rację żarówek i możemy ją w najbliższych latach znacznie powiększyć. Natomiast trudności przy rozbudowie elektrowni i sieci są bez porównania większe, a czas potrzebny do rozbudowy wielokrotnie dłuższy. Obecna zaś moc szczytowa jest niewystarczająca. Również koszty rozbudowy

Tablica IV

Względny koszt lumenogodziny przy różnych trwałościach i stosunkach kosztu żarówki do kosztu kilowatogodziny

Moc	T_e	$\frac{Ż}{E}$	$\frac{K_x}{K_e}$ przy różnych trwałościach i różnym stosunku $\frac{Ż}{E}$										
			T_x=300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600
	800	2		1.035	1.016	1.006	1.002	1.000	1.001	1.003	1.010	1.017	1.028
15	1600	4				1.101	1.053	1.035	1.023	1.016	1.006	1.002	1.000
	2400	6						1.157	1.101	1.059	1.035	1.021	1.010
	490	2	1.017	1.004	1.000	1.003	1.008	1.014	1.020	1.025	1.040	1.054	1.066
25	980	4				1.017	1.007	1.004	1.002	1.000	1.003	1.008	1.014
	1470	6			1.148	1.065	1.041	1.026	1.017	1.010	1.004	1.000	1.000
	308	2	1.001	1.004	1.013	1.022	1.035	1.045	1.055	1.066	1.085	1.102	1.120
40	616	4	1.038	1.013	1.001	1.001	1.002	1.004	1.008	1.013	1.022	1.035	1.045
	924	6	1.169	1.041	1.023	1.013	1.006	1.002	1.001	1.000	1.004	1.010	1.016
	206	2	1.008	1.024	1.039	1.055	1.071	1.085	1.100	1.106	1.134	1.158	1.171
60	412	4	1.007	1.000	1.003	1.008	1.015	1.024	1.031	1.039	1.055	1.071	1.085
	618	6	1.041	1.013	1.001	1.000	1.001	1.004	1.008	1.013	1.024	1.031	1.045
	134	2	1.034	1.059	1.081	1.102	1.118	1.138	1.153	1.167	1.193		
100	268	4	1.001	1.009	1.021	1.034	1.045	1.059	1.071	1.081	1.102	1.118	1.138
	402	6	1.006	1.000	1.003	1.010	1.016	1.025	1.034	1.042	1.059	1.074	1.088
	103	2	1.055	1.085	1.111	1.124	1.154	1.174	1.190	1.206			
150	206	4	1.007	1.021	1.038	1.055	1.070	1.085	1.100	1.111	1.124	1.154	1.174
	309	6	1.000	1.004	1.013	1.023	1.034	1.045	1.055	1.062	1.085	1.102	1.118
	82	2	1.076	1.112	1.140	1.164	1.185	1.206	1.225	1.246			
200	164	4	1.019	1.039	1.059	1.076	1.095	1.112	1.120	1.140	1.164	1.185	1.206
	246	6	1.002	1.014	1.025	1.038	1.053	1.067	1.076	1.088	1.112	1.122	1.148
	146	2	1.026	1.050	1.070	1.091	1.107	1.120	1.141	1.155	1.184	1.202	
300	292	4	1.000	1.005	1.015	1.026	1.038	1.050	1.061	1.070	1.091	1.107	1.120
	438	6	1.009	1.000	1.001	1.005	1.012	1.020	1.026	1.034	1.050	1.064	1.080
	120	2	1.042	1.068	1.094	1.115	1.133	1.153	1.167	1.193	1.210		
500	240	4	1.003	1.014	1.029	1.042	1.054	1.068	1.081	1.094	1.115	1.133	1.153
	360	6	1.003	1.000	1.006	1.016	1.023	1.031	1.042	1.051	1.068	1.086	1.102
	66	2	1.102	1.141	1.168	1.192	1.226	1.240	1.260	1.278			
1000	132	4	1.034	1.059	1.083	1.102	1.118	1.141	1.152	1.168	1.192	1.226	1.240
	198	6	1.010	1.025	1.042	1.058	1.074	1.088	1.102	1.115	1.141	1.196	1.210

mach probierczych przy tym i wyższym przepięciu, że — i w szerszych granicach zwyżki napięcia — powyższe zjawiska występują jeszcze w sposób nikły: jonizacja zdarza się zupełnie wyjątkowo, a odporność na wstrząsy jest przy zwykłym użyciu zupełnie wystarczająca. Należy też wziąć pod uwagę, że właśnie żarówki wielowatowe, w których najkorzystniejsza trwałość jest niska, są z powodu grubego drutu wolframowego znacznie odporniejsze na wstrząsy niż żarówki małe.

b) Argumenty gospodarcze przemawiają raczej za zmniejszeniem trwałości. Wykonanie planu 6-letniego przy równoczesnym znacznym podwyższeniu norm jasności i konieczności poprawy warunków oświetlenia w wielkiej części fabryk, instytucji, a także mieszkań prywatnych jest uwarunkowane wydatnym zwiększeniem zużycia światła w Polsce i to w czasie szczytowego obciążenia elektrowni. Obecnie posiadamy już dostateczną produkelektrowni i sieci są nieporównanie większe niż koszty powiększenia produkcji żarówek, co przy ogromnych środkach pieniężnych, potrzebnych na inwestycje w ramach planu 6-letniego, należy też wziąć pod uwagę.

Przeciw zmniejszaniu trwałości przemawiają trudności surowcowe, zwłaszcza gdy chodzi o surowce zagraniczne.

Powyższy rachunek nie uwzględnia kosztów związanych z wymianą żarówek. Koszty te w pewnych wypadkach mogą być dość znaczne. To też moment ten — trudny do uchwycenia cyfrowego — bezwzględnie przemawia za odchyleniem punktu roboczego od trwałości najkorzystniejszej w górę.

Jako wynik powyższych rozważań nasuwa się wniosek, że należałoby trwałość większych żarówek głównego szeregu skrócić poniżej 1000 godzin, jednak nie do punktu najkorzystniejszego.

Nie można oddzielić walki o pokój od walki o realizację planu 6-letniego, ponieważ walka o pokój w naszych warunkach oddzielona i wyodrębniona od planu 6-letniego przemieniłaby się w pustą abstrakcję lub co najwyżej zwężałaby walkę o pokój do ram akcji deklaratywnej, słownej, propagandowej.

Aktywność w walce o pokój oznacza codzienną pracę każdego z nas nad umacnianiem sił Polski Ludowej, nad umacnianiem jej bazy ekonomicznej, nad umacnianiem jak najszybszego wzrostu jej sił wytwórczych, tzn. jej przemysłu, transportu, żeglugi, jej rolnictwa a wraz z tym wszystkim jej kultury.

B. BIERUT

MGR INŻ. KWIRYN ZUCHOWICZ
Główny Instytut Lotnictwa

Instalacje oświetleniowe na samolotach

Treść. Omówione są reflektory do oświetlenia z samolotu terenu lądowania, lampy nawigacyjne oraz oświetlenie wnętrza samolotu. Zwrócono uwagę nie tylko na konstrukcję urządzeń oświetleniowych, ale również na sposoby umieszczania źródeł światła na samolocie.

Осветительные установки на самолетах. Рассмотрены посадочные прожекторы на самолетах, ориентировочные и сигнальные лампы и внутреннее освещение самолета. Обращено внимание не только на конструкцию осветительных установок, но и на способы расположения источников света на самолете.

Aircraft lighting equipment. The article deals with projectors for illuminating the landing ground, with navigation lights and interior aircraft lighting. Attention has been paid not merely to the design of lighting equipment, but also to the method of locating the light sources in aircraft.

Instalacje oświetleniowe na samolotach mają za zadanie ułatwienie pracy pilotom w ciągu 60% okresu dobowego. Wprawdzie oświetlenie naturalne może być wystarczające w ciągu więcej niż 50% średniego dnia w roku, jednak sztuczne oświetlenie jako uzupełnienie naturalnego jest niezbędne. Przy właściwym oświetleniu kabiny pilota prowadzenie samolotu w nocy będzie tak samo łatwe, jak w dzień.

Instalacja oświetleniowa na samolotach dzieli się na trzy zasadnicze grupy:

1) reflektory do oświetlenia z samolotu terenu lądowania,
2) lampy nawigacyjne,
3) oświetlenie wnętrza samolotu.

1. Reflektory do oświetlenia terenu lądowania.

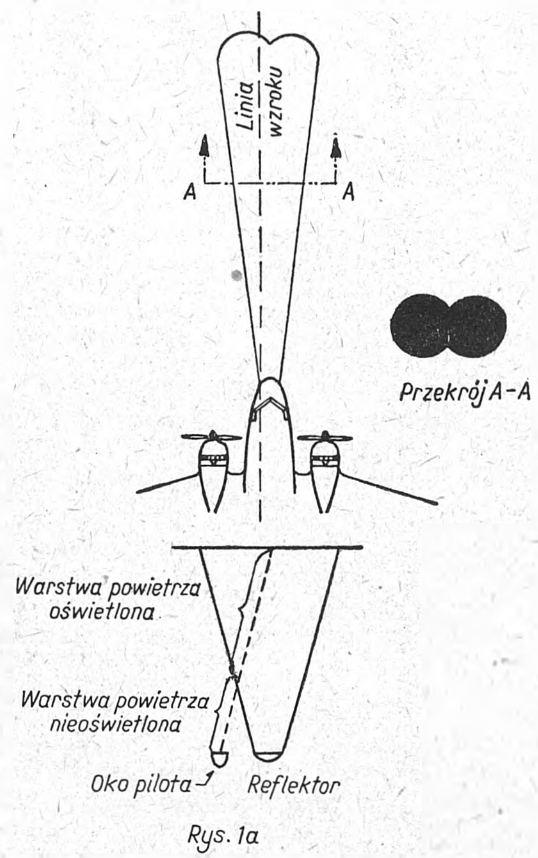
Reflektory te są stosowane w przypadku:

a) lądowania na lotniskach nieoświetlonych (lotniska polowe lub przymusowe lądowanie w dowolnym terenie),

b) zawiadamiania portu lotniczego, że załoga ma zamiar lądować (sygnalizuje się z odległości kilku kilometrów),

c) oświetlania terenu podczas kołowania.

Reflektor samolotowy powinien z wysokości 25 m dać dostateczne oświetlenie terenu lądowania, nie mniej niż

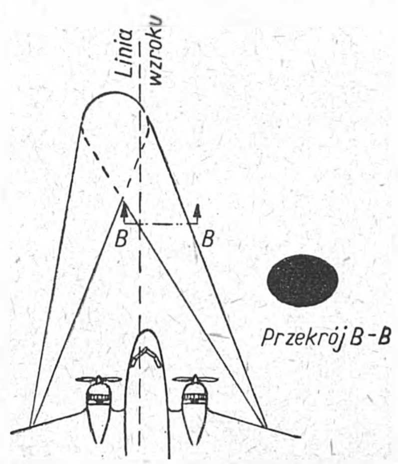


Rys. 1. Skierowanie strumienia świetlnego reflektora, wbudowanego w kadłub

0,5 lx na odcinku o długości od 150 do 200 m, aby pilot mógł z tej wysokości określić wysokość lotu nad ziemią, a także bezpośrednio przed lądowaniem, kiedy należy samolot wyrównać. Początek oświetlonego terenu powinien znajdować się w odległości od 25 do 40 m od samolotu.

Jasność na terenie lądowania i kołowania nie powinna być zbyt duża, aby nie oślepiać pilota. Teren oświetlony powinien być całkowicie widoczny dla załogi. Strumień świetlny nie powinien być zatrzymywany przez żadną część samolotu i w żadnym wypadku nie powinien padać na wirujące śmigło, gdyż odbite w nim światło oślepiałoby pilota.

Reflektory mogą być wbudowane w skrzydła lub w przednią część kadłuba. Wbudowanie w kadłub (rys. 1 i 1a) jest jednak stanowczo niedogodne, gdyż podczas mgły, śniegu lub deszczu strumień świetlny przechodząc przez warstwę powietrza oświetla cząsteczki pyłu, wody czy śniegu i jest częściowo odbijany. W tym wypadku pilot obserwując teren lądowania widzi go w najlepszym



Rys. 2. Skierowanie strumieni świetlnych reflektorów, wbudowanych w skrzydła (przy jednym pilocie)

razie poprzez aureolę i to tym gorzej, im przez grubszą warstwę powietrza będzie patrzał, tj. im oko pilota będzie bliżej osi optycznej reflektora.

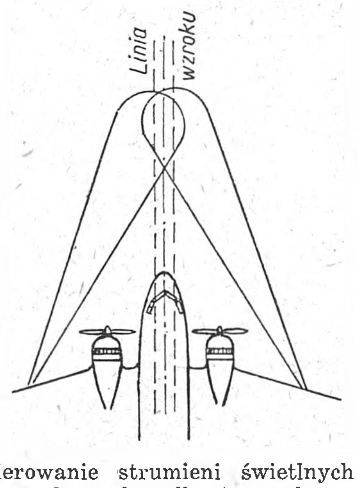
Na samolotach wielomotorowych, gdy względy konstrukcyjne nie pozwalają na umieszczenie reflektorów w skrzydłach, można w ostateczności zgodzić się na wbudowanie ich w kadłub.

Znacznie lepszym rozwiązaniem jest jednak wbudowanie reflektorów w skrzydła w pewnej odległości od kadłuba. Wyjaśnia to dobrze rys. 2. W tym wypadku przy lądowaniu pilot nie jest oślepiany przez rozproszone światło we mgle czy deszczu i widzi lepiej teren lądowania. Dotychczasowe doświadczenie wykazało, że wbudowanie reflektorów w sposób podany na rys. 2 jest najdogodniejsze; tu lewy reflektor jest skierowany do przodu tak, aby najlepiej oświetlał teren lądowania, a strumień świetlny prawego reflektora powinien zbiegać się na ziemi ze strumieniem lewego reflektora. Przy takim rozmieszczeniu w wypadku uszkodzenia jednego z reflektorów zawsze będzie oświetlona ta sama część terenu lądowania.

Gdy na samolocie ma być drugi pilot, siedzący po prawej stronie pierwszego, to najwłaściwszym rozwiązaniem będzie rozmieszczenie reflektorów w sposób podany na rys. 3.

K o n s t r u k c j a r e f l e k t o r ó w s a m o l o t o w y c h i i c h w b u d o w a n i e. Lustra reflektorów są paraboliczne i wykonane są ze szkła lub (najczęściej) z metalu. Reflektory samolotowe dzielą się na niesterowane (rys. 4),

tj. wbudowane pod pewnym stałym kątem w stosunku do konstrukcji samolotu (zmienianym tylko na ziemi) lub też sterowane (rys. 5). W reflektorach tych oś optyczną można zmieniać w stosunku do konstrukcji samolotu przy



Rys. 3. Skierowanie strumieni świetlnych reflektorów, wbudowanych w skrzydła (przy dwu pilotach)

pomocy przekładni mechanicznej lub silnika elektrycznego. Ten typ reflektora chowa się na ogół w skrzydło i wysuwa bezpośrednio przed lądowaniem.

Reflektory niesterowane są wbudowane przeważnie w krawędź natarcia skrzydła (rys. 4). Ponieważ średnice reflektorów wahają się w granicach od 150 do 250 mm, można je wbudowywać w krawędź natarcia na samolotach o stosunkowo dużych grubościach skrzydeł. Rys. 6 podaje orientacyjnie, o ile średnica reflektora sterowanego może być większa od średnicy reflektora niesterowanego.

Na nowoczesnych samolotach o dużych szybkościach nie można mocować pod skrzydłem reflektorów wystających, gdyż wytwarzałyby one duże opory aerodynamiczne.

Reflektory wbudowane w krawędź natarcia skrzydeł są osłonięte przezroczystym „pleksiglasem", wygiętym odpowiednio do kształtu skrzydła. Ten sposób wbudowania ma następujące wady:

a) powstają znaczne straty strumienia świetlnego, spowodowane przez absorbcję i załamanie w „pleksiglasie";

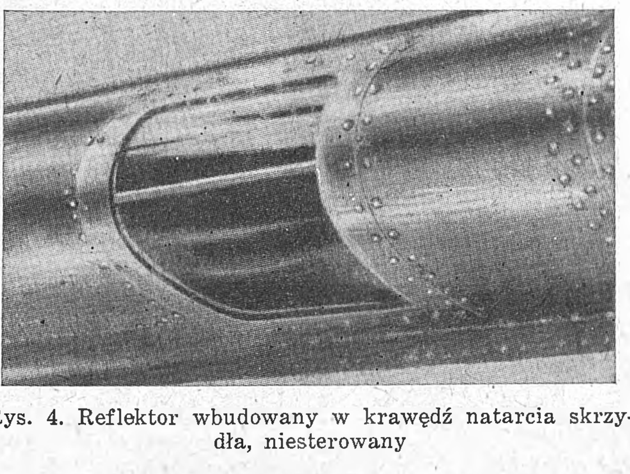
b) nie można zakładać urządzeń odladzających na całej długości krawędzi natarcia;

c) szyba szklana byłaby bardzo ciężka i łatwa do uszkodzenia, natomiast „pleksiglas" z biegiem czasu matowieje, absorbując znaczny procent strumienia świetlnego;

d) jest kosztowny w wykonaniu i trudny w konserwacji;

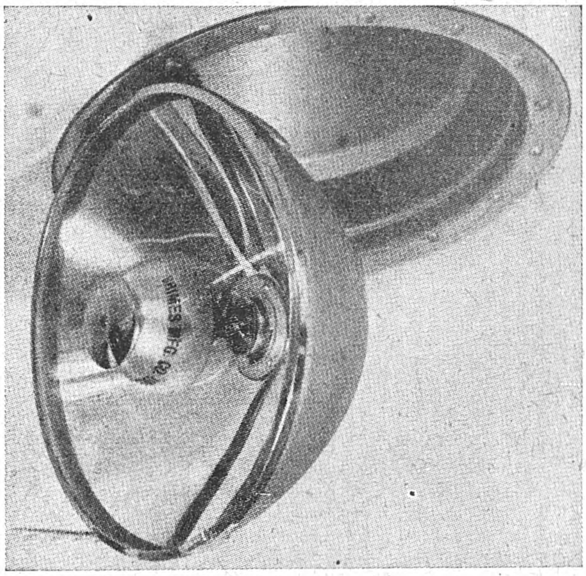
e) łatwo daje rozproszony strumień, który oślepia pilota.

Wobec powyższych wad reflektorów wbudowanych w krawędź natarcia obecnie jest tendencja do stosowania (o ile to jest możliwe) tylko reflektorów sterowanych,



Rys. 4. Reflektor wbudowany w krawędź natarcia skrzydła, niesterowany

wbudowanych pod skrzydłami, daleko od krawędzi natarcia i poza zasięgiem wirującego śmigła. Rys. 5 podaje taki reflektor po wysunięciu go ze skrzydła. Tego typu reflektory mają największą światłość przekraczającą 500 000 świec. Kąt rozwarcia strumienia świetlnego waha się w granicach od 6 do 10°. Do wysuwania i chowania reflektora w skrzydło stosuje się silnik elektryczny dwukierunkowy, a żarówka zapala się samoczynnie, gdy reflektor jest wysunięty ze skrzydła całkowicie i gaśnie przy chowaniu go. Taki sposób wbudowania reflektora usuwa możliwość oślepiania pilota strumieniem rozproszonym.

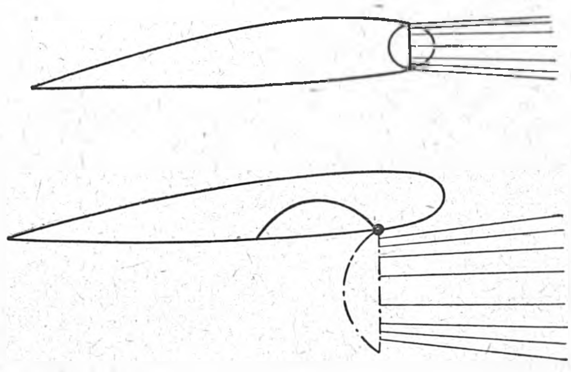


Rys. 5. Reflektor sterowany

Ponieważ żądania użytkowników są różne co do kąta skierowania osi strumienia w stosunku do samolotu, przeto każdy reflektor powinien mieć możliwość nastawiania tego kąta w szerokich granicach.

Moc żarówek reflektorowych waha się w granicach od 200 do 600 W. Sprawność ich wynosi od 22 do 26 lm/W, trwałość przy ciągłym świeceniu — od 10 do 30 godzin.

Istnieją tendencje do zwiększenia mocy żarówek, aby polepszyć warunki lądowania podczas złej pogody. Lotnicy są zdania, że powiększenie mocy jest pożądane wskutek



Rys. 6. Porównanie wbudowania reflektora sterowanego i niesterowanego

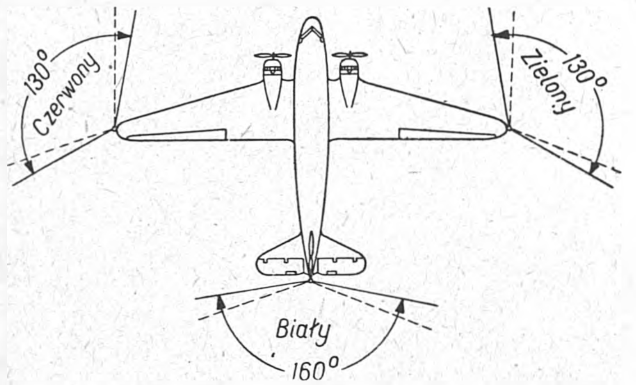
niedostatecznego oświetlenia dróg startowych, lecz twierdzą, że lepiej byłoby, zamiast powiększać moc żarówki reflektora, dać lepsze oświetlenie lotnisk, aby droga startowa była dostatecznie oświetlona bez używania reflektorów samolotowych.

2. Lampy nawigacyjne.

Wszystkie samoloty latające w nocy muszą mieć lampy nawigacyjne, wbudowane na końcach skrzydeł i na ogonie. Lampy te mają ułatwiać załogom samolotów przy spotkaniach wzajemne zauważenie się w porę i rozpoznanie obu kierunków lotu. Lampy nawigacyjne mają następujące barwy: na końcu lewego skrzydła jest lampa z filtrem

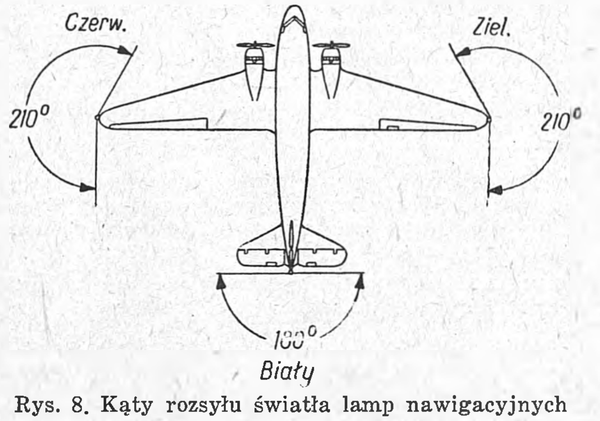
koloru czerwonego, na końcu prawego — lampa z filtrem koloru zielonego, na końcu ogona — lampa biała.

Kąty rozsyłu strumieni świetlnych tych lamp nie są jeszcze definitywnie ustalone na terenie międzynarodowym. Na rys. 7 i 8 podane są szkice rozsyłu strumieni świetlnych dla lamp nawigacyjnych stosowanych w różnych kra-



Rys. 7. Kąty rozsyłu światła lamp nawigacyjnych

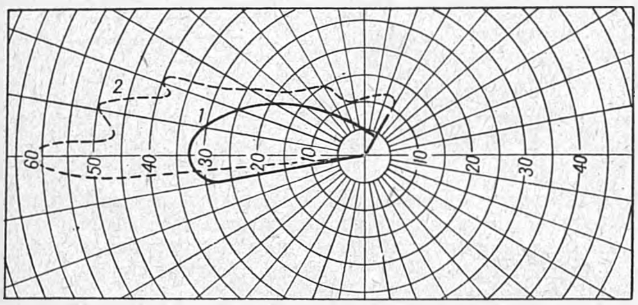
jach. Lampy nawigacyjne skrzydłowe pozwalają dość dokładnie określić zbliżający się od przodu drugi samolot, lecz przy kątach rozsyłu strumienia świetlnego, jak to wskazuje rys. 7, nie dają nakładających się sygnałów świetlnych w znacznej części samolotu. Wobec tego zaproponowano układ lamp według rys. 8. W układzie tym powiększono kąty rozsyłu strumieni świetlnych tak, że



Rys. 8. Kąty rozsyłu światła lamp nawigacyjnych

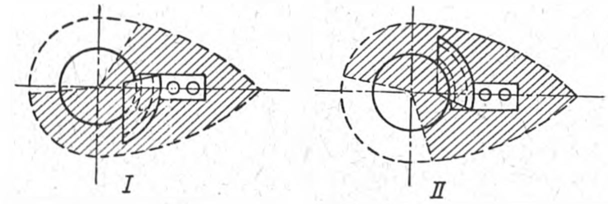
światła mogą być widziane ze wszystkich kątów przez pilota zbliżającego się samolotu.

Lampy nawigacyjne powinny być widoczne z dużej odległości, aby pilot od chwili zobaczenia drugiego samolotu lecącego naprzeciw mógł zdążyć zmienić kierunek lotu i uniknąć zderzenia się z nim. Czas potrzebny na rozpoznanie sygnału świetlnego i odpowiednie zareagowanie,



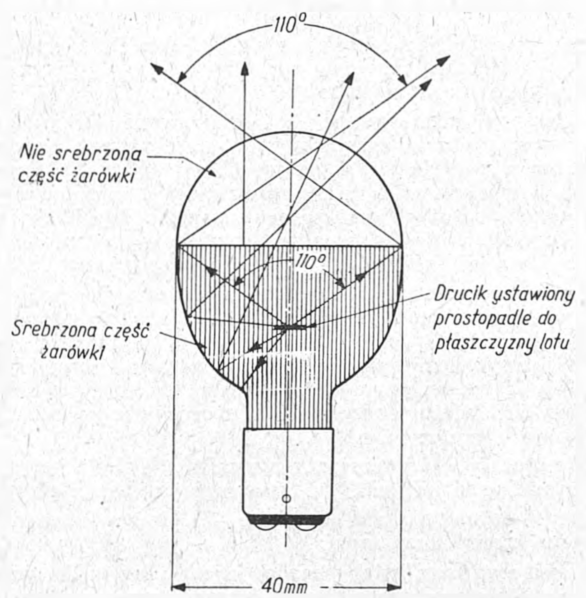
Rys. 9. Rozsył światła lampy nawigacyjnej przedniej
1 — rozsył zalecany przez komisje międzynarodowe
2 — rozsył otrzymany na jednym z samolotów zagranicznych

aby lecące naprzeciw samoloty nie zderzyły się, wynosi według danych I. C. A. O. około 30 sekund. Jeśli każdy z samolotów lecących naprzeciwko siebie będzie miał prędkość 500 km/h, wówczas odległość, na której samoloty powinny się dostrzec, wynosi 0,00833 (500 + 500) = 8,33 km, a zatem zasięg widoczności lamp nawigacyjnych skrzydłowych powinien w ciemną noc przy dobrej przezroczystości powietrza wynosić nie mniej niż 8 km. Na boki zasięg widoczności może być mniejszy, ponieważ przy krzy-



Rys. 10. Szkice ustawienia reflektorów w lampach nawigacyjnych przednich
I — prawa, II — lewa

żujących się kierunkach lotu względna prędkość samolotów jest mniejsza. Zasięg widoczności lampy nawigacyjnej tylnej powinien wynosić 5 km. Na rys. 9 podana jest krzywa rozsyłu światła dla lamp nawigacyjnych. Wymiary lamp nawigacyjnych powinny być małe, aby nie dawały dużych oporów aerodynamicznych. Na rys. 10 podane są



szkice lamp nawigacyjnych, a na rys. 11 i 12 żarówki do lomp nawigacyjnych przednich i ogonowej.

Dane przy napięciu znamionowym:

Moc	24 W
Średni strumień	340 lm
Średnia światłość przed srebrzeniem	34 cd
Średnia światłość po srebrzeniu	100 cd
Światłość z filtrem barwnym	20 cd

szkice lamp nawigacyjnych, a na rys. 11 i 12 żarówki do lamp nawigacyjnych przednich i ogonowej.

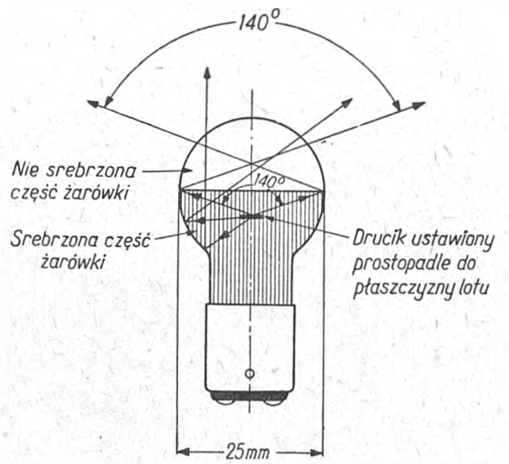
Dążąc do zmniejszenia oporów aerodynamicznych często lampy nawigacyjne wbudowuje się w koniec skrzydła, jak to wyjaśnia rys. 13. Konstrukcja taka jest wygodna z punktu widzenia aerodynamicznego, jednak nie ma szerokiego zastosowania, gdyż wymiary końców skrzydeł różnych samolotów różnią się znacznie, a zatem należałoby mieć wiele typów tych lamp. Ponadto stosowany do tego typu lamp „pleksiglas" ma te same wady, co i w reflektorach samolotowych wbudowanych w krawędź natarcia skrzydła.

Zasięg widoczności lamp nawigacyjnych zależy między innymi od mocy źródła światła. Ze względu na ograniczone wymiary lamp powiększenie mocy żarówek jest niewłaściwe.

Aby polepszyć wydajność lamp nawigacyjnych, zastosowano na końcu każdego skrzydła po dwie lampy; jedną nad skrzydłem, a drugą pod skrzydłem, jak to podaje rys. 14. Krzywa rozsyłu strumienia świetlnego dla lampy podwójnej ma podobny kształt, jak dla lampy pojedynczej.

Do lamp nawigacyjnych skrzydłowych stosuje się specjalne żarówki 24-woltowe silnie przeciążone. Moc ich waha się od 20 do 25 W, choć są propozycje powiększenia mocy do 40 W. Duże obciążenie elektryczne, połączone z naprężeniami mechanicznymi wskutek wstrząsów, skraca trwałość tych żarówek do ~ 150 godz.

Prócz powyższych lamp na samolotach komunikacyjnych są niekiedy stosowane tak zwane „lampy bezpieczeństwa", które najczęściej są wbudowane w sąsiedztwie lamp



Rys. 12. Żarówka o jednakowej światłości w kącie 140° do lampy nawigacyjnej ogonowej

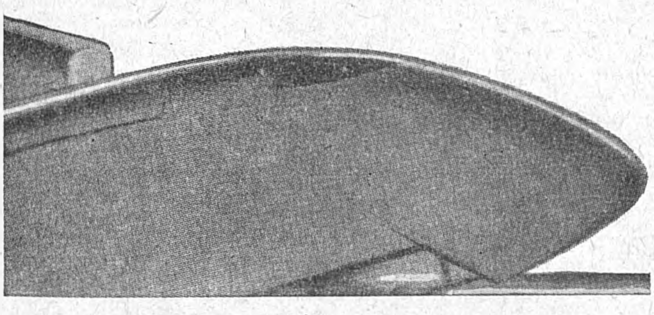
Dane przy napięciu znamionowym:

Moc	12 W
Średni strumień	120 lm
Średnia światłość przed srebrzeniem	12 cd
Średnia światłość po srebrzeniu	20 cd

nawigacyjnych. Lampy te koloru białego są zapalane i gaszone przy pomocy specjalnego mechanizmu z częstością 36 do 60 razy na minutę. Zadaniem tych lamp jest zabezpieczenie przed zderzeniem się podczas lotów nocnych. Znaczenie ich uwydatnia się przy lekkim zamgleniu, podczas dużego nasilenia ruchu lotniczego w sąsiedztwie lotnisk.

Jedynym zastrzeżeniem przeciwko używaniu lamp migowych są ujemne skutki podczas złych warunków atmosferycznych. Gdy samolot leci podczas mgły z migającymi „lampami bezpieczeństwa", wówczas rozproszone światło we mgle powoduje, w miarę migania, znaczne zmiany jasności w kabinie pilota, co zmniejsza zdolność nocnego widzenia załogi.

Specjalne warunki widoczności świateł sygnalizacyjnych lotniczych. Pilot prowadzący samolot jest informowany o przeszkodach w postaci



Rys. 13. Lampa nawigacyjna wbudowana w krawędź natarcia skrzydła

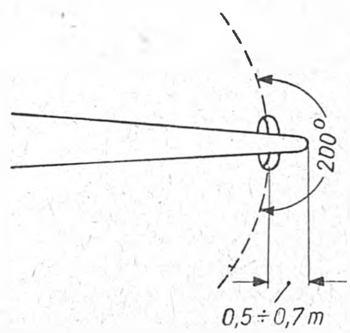
samolotów czy wież przy pomocy świateł sygnalizacyjnych. Sygnały te występują na tle, którego jaskrawość może się zmieniać w dużych granicach np. od powierzchni śniegu lub mgły oświetlonej promieniami słońca do zupełnej ciemności.

Rozpoznanie sygnału jest utrudnione z następujących powodów: a) absorbcji przez zasłonę przeciwwiatrową lub okulary, b) utraty zdolności nocnego widzenia wskutek oświetlenia tablicy z przyrządami pokładowymi, c) obecności w terenie licznych świateł stałych lub błyskowych, które mogą być wzięte za światła lotnicze, d) trudności w odróżnianiu z dużej odległości świateł pozycyjnych tylnych od światła gwiazd.

Należy pamiętać, że w pewnych wypadkach nie wystarczy widzieć światło, ale trzeba rozpoznać kolor, a niekiedy i charakterystykę błysków.

3. Oświetlenie wnętrza samolotu.

Przy oświetleniu wnętrz samolotów równomierność oświetlenia jest tak samo ważna, jak i jego natężenie. Wprawdzie oko ludzkie jest w stanie przystosować się do szerokich zmian natężenia oświetlenia, jednak proces ten



Rys. 14. Lampa nawigacyjna podwójna

pochłania energię, powodując zmęczenie oczu. Zmęczenie oczu następuje również wówczas, gdy są one skierowane na przedmioty oświetlone równomiernie, ale tło tych przedmiotów jest niejednakowe.

Oświetlenie wnętrza samolotu można podzielić na trzy grupy:

a) oświetlenie kabiny pilota i pasażerskiej,

b) oświetlenie tablicy z przyrządami pokładowymi,

c) światła sygnalizacyjne.

Oświetlenie kabiny pilota i pasażerskiej. Wymagania co do oświetlenia samolotów są różne w zależności od przeznaczenia samolotu; inne więc będą warunki dla samolotów pasażerskich, a inne dla wojskowych.

Przy projektowaniu oświetlenia kabin pasażerskich należy zwracać uwagę, aby było ono obfite i stwarzało miłą atmosferę wewnątrz. Jasność powinna wynosić około 50 lx.

Prócz ogólnego oświetlenia powinny być przewidziane lampki o małej mocy, dające ograniczony strumień świetlny, skierowany w ten sposób, aby pasażer mógł wygodnie czytać, nie przeszkadzając innym — chcącym spać.

Oświetlenie kabiny pilota powinno zapewnić jak najwięcej wygód podczas lotów nocnych, a więc potrzebne jest wyraźne oświetlenie przyrządów, dźwigni, map itp.

Ponieważ samoloty pasażerskie mają kierunek lotu ustalony przez specjalne przyrządy, przeto piloci podczas normalnego lotu rzadko patrzą na zewnątrz samolotu i wolą mieć wobec tego wnętrze swych kabin lepiej oświetlone. Silne ogólne oświetlenie kabiny pilota prawdopodobnie mniej męczy jego wzrok, a zatem lepiej może wykonać swoje zadanie podczas lotu.

Przy oświetleniu wnętrza samolotów wojskowych wymaga się prócz równomiernego i dobrego oświetlenia również warunku, aby nie było ono widoczne z zewnątrz samolotu, choćby to było kosztem słabszego oświetlenia wnętrza kabiny pilota.

Przy oświetleniu samolotów wojskowych należy unikać stosowania lamp ogólnych o większej mocy, a stosować raczej lampy mniejsze do oświetlenia poszczególnych części kabiny, gdzie są rozmieszczone urządzenia potrzebne do prowadzenia samolotu. Przy obsadzaniu tych lamp należy zwracać uwagę, aby nie dawały one strumienia rozproszonego oraz aby światło ich nie odbijało się od dowolnych płaszczyzn i nie przeszkadzało załodze w pracy. Jest rzeczą szczególnie ważną, aby światło nie odbijało się w szybach wiatrochronu lub przyrządów, gdyż to uniemożliwia obserwowanie przestrzeni na zewnątrz samolotu i odczytywanie wskazań przyrządów.

Ponieważ loty nocne odbywają się w różnych warunkach, jak w noc ciemną, księżycową i o zmroku, przeto i oświetlenie wnętrza kabiny pilota powinno być dostosowane do tych warunków zewnętrznych, aby w jak najmniejszym stopniu zmniejszać zdolność nocnego widzenia. Przystosowanie jasności wnętrza kabiny do tła na zewnątrz samolotu można osiągnąć przez zastosowanie oporników przyciemniających. Oporniki powinny być tak zaprojektowane, aby dawały stopniowe zmniejszenie strumienia świetlnego od 8—10% jego znamionowej wartości.

Oświetlenie kabiny pilota na nowym samolocie dokonuje się z reguły drogą doświadczalną, gdyż — praktycznie biorąc — na skutek bardzo złożonego usytuowania jednych urządzeń względem drugich i całego szeregu czynników, mających wpływ na oświetlenie, niepodobieństwem jest przewidzieć z góry, czy jakieś drugie, a nawet może i trzecie odbicie może spowodować znaczne przeszkody w odczytywaniu przyrządów lub patrzeniu poprzez szybę wiatrochronu. Zatem próby oświetlenia kabiny pilota, wykonywane na makiecie samolotu (naturalnej wielkości), wyposażonej we wszystkie urządzenia, lub też na prototypie samolotu, dadzą możliwość znalezienia najodpowiedniejszego miejsca na wbudowanie lamp.

Oświetlenie kabin pasażerskich można projektować według zasad ogólnych, przyjętych w technice oświetleniowej dla pomieszczeń, jednak aparatura musi być specjalnie budowana dla lotnictwa (lekka i małych wymiarów), dostosowana do napięcia około 28 V, powszechnie stosowanego na samolotach małych i średnich.

Oświetlenie tablicy z przyrządami pokładowymi. Oświetlenie to z punktu widzenia prowadzenia samolotu jest najważniejsze, gdyż pilot powinien być w stanie nie tylko odczytywać wskazania przyrządów, ale również obserwować teren pogrążony w ciemności.

Niestety przyrządy są zaprojektowane w ten sposób, że ich tarcze są cofnięte średnio o 8 mm od przedniej części szyby, która ją osłania, i światło padając pod znacznym kątem rzuca cień przeszkadzający w odczytywaniu części wskazań.

Najlepszym sposobem oświetlenia tablicy z przyrządami pokładowymi jest ten, który daje równomierne i wystarczająco silne oświetlenie tarcz przyrządów, wyłączników, rączek dźwigniowych i napisów, nie dając jednocześnie odbłysków w kabinie. Pozostała część tablicy powinna być nie oświetlona. Stopień nierównomierności oświetlenia nie powinien być mniejszy od 1/3. Jasność na tablicy z przyrządami pokładowymi waha się w granicach od 0,5 do 10 lx.

Do oświetlenia tablic z przyrządami pokładowymi stosowane są następujące sposoby:

a) oświetlenie bezpośrednie lampkami kabinowymi,

b) oświetlenie pośrednie (zastosowanie ekranu),

c) oświetlenie indywidualne (lampki wbudowane w przyrząd),

d) oświetlenie masami świecącymi.

a) Oświetlenie bezpośrednie. Przy tym sposobie lampy umieszcza się bezpośrednio na tablicy przyrządowej lub na ścianach kabiny. Oświetlenie bezpośrednie ma następujące wady: 1) powoduje szkodliwe odblaski w szybach przyrządów, wiatrochronu i kabiny, 2) daje nierównomierne oświetlenie kabiny, 3) światło ich może być widoczne z zewnątrz samolotu.

Na rys. 15 podany jest typ lampki do bezpośredniego oświetlenia. Obecnie sposób ten traktuje się jako oświetlenie rezerwowe w przypadku niedziałania oświetlenia zasadniczego.

b) Oświetlenie pośrednie (ekranowe) jest jednym z najstarszych sposobów oświetlenia i — jak wielu pilotów twierdzi — jest jednym z lepszych. Oświetlenie to osiąga się przez umieszczenie przed zewnętrzną powierzchnią tablicy pokładowej ekranu z otworami na wprost miejsc, w których są wbudowane przyrządy pokładowe (rys. 16). Żarówki na 3 W, 24 V umieszcza się w przestrzeni pomiędzy tablicą a ekranem.

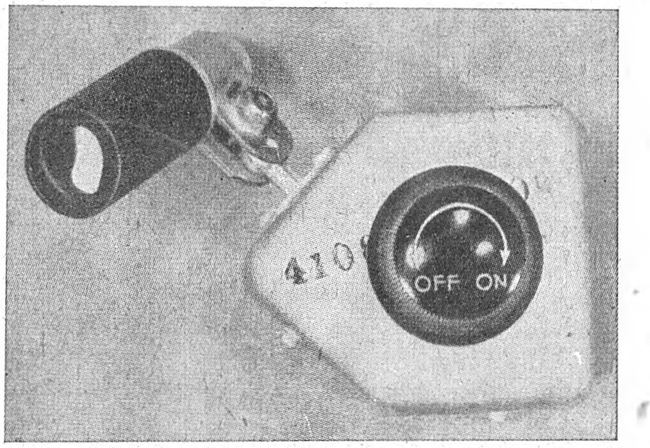
Dla polepszenia współczynnika odbicia strumienia świetlnego tych żarówek zewnętrzna powierzchnia tablicy pokładowej i wewnętrzna powierzchnia ekranu pomalowane są na kolor biały. Pomiędzy krawędziami otworów w ekranie a przyrządami są wąskie szczeliny, poprzez które światłem odbitym są oświetlone tylko tarcze przyrządów.

Oświetlenie ekranowe pozwala na dość równomierne oświetlenie skal przyrządów pokładowych, bez szkodliwych odbić; ma jednak swoje wady:

1) żarówki zajmują na tablicy miejsce, które jest przeznaczone na przyrządy;

2) wbudowanie lamp sygnalizacyjnych, oporników przyciemniających i różnych urządzeń kontrolnych jest bardzo utrudnione;

3) dla otrzymania równomiernego oświetlenia skal przyrządów odstęp pomiędzy tablicą a ekranem powinien być

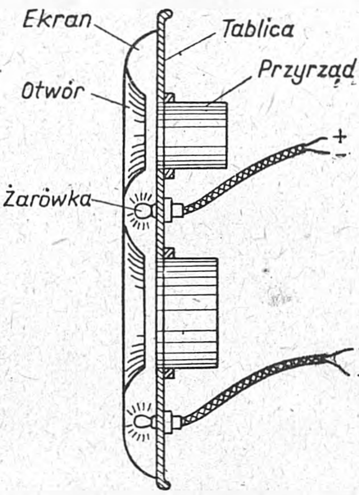


Rys. 15. Lampa kabinowa
OFF — wyłączone
ON — włączone

znaczny (około 20 mm); ten duży odstęp pogarsza widoczność przyrządów podczas lotów dziennych;

4) ekran zajmuje dość dużo miejsca i powiększa ciężar instalacji.

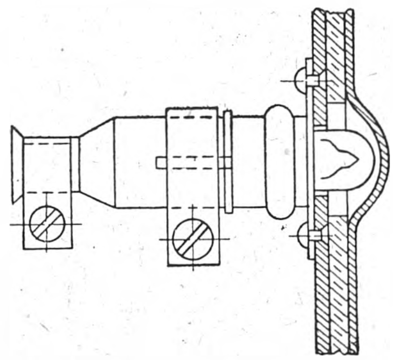
Znaczna część powyższych wad może być usunięta, gdy przestrzeń pomiędzy tablicą przyrządową a ekranem wypełnimy „pleksiglasem" o grubości od 3 do 4 mm, jak to podaje rys. 17. Strumień świetlny żarówek na 3 W, 24 V umieszczonych w otworach „pleksiglasu", załamując się wielokrotnie od jego powierzchni i przechodząc przez przekrój poprzeczny „pleksiglasu" w otworach, w których są wbudowane przyrządy, oświetla skale równomiernie.



Rys. 16. Szkic ekranowanego oświetlenia przyrządów pokładowych

c) Oświetlenie indywidualne. Oświetlenie tarcz przyrządów pokładowych przy pomocy miniaturowych lamp może być wykonane kilkoma sposobami. Jednym z nich jest umieszczenie żarówki na 24 V o wymiarach około 7 mm w środku szkła przyrządu. Prąd doprowadza się gołymi przewodami umieszczonymi w szkle.

Drugi sposób polega na umieszczeniu żarówki w kryzie przyrządu, w miejscu gdzie była jedna z czterech mocujących przyrząd śrub. Pomiędzy tarczą przyrządu a szybą ochronną zakłada się pierścień z materiału plastycznego (polistyren lub metakrylan metylu), posiadającego własności przenoszenia światła, dzięki czemu otrzymuje się równomierne oświetlenie skali przyrządu. Ten sposób oświetle-



Rys. 17. Ekranowane oświetlenie przyrządów pokładowych przy zastosowaniu wkładki „pleksiglasowej"

nia może być stosowany tylko wówczas, gdy kadłuby przyrządów są specjalnie do tego przystosowane.

Oświetlenie indywidualne przyrządów komplikuje nadmiernie sieć elektryczną i doświadczenia wykazały, że jest ono bardzo niepraktyczne, choć zasada jest dobra.

d) Oświetlenie masami świecącymi. Ostatnio stosowany sposób oświetlenia tablic z przyrządami pokładowymi przy pomocy mas świecących radioaktywnych różni się zasadniczo od sposobów opisanych wyżej.

Masy świecące nakłada się na skale, cyfry, wyłączniki, rączki dźwigni i wskazówki przyrządów oraz robi się na-

krótki czas do jasnego świecenia; po wyłączeniu światła zmniejszają one stopniowo swoją jaskrawość. Masy fluoryzujące świecą po naświetleniu ich tylko promieniami niewidocznymi — pozafioletowymi i przestają natychmiast świecić z chwilą przerwania dopływu tych promieni. Masy fluoryzujące można otrzymywać w różnych barwach.

Ponieważ promienie pozafioletowe pobudzają wszystkie masy świecące, radioaktywne, fosforyzujące jak i fluoryzujące, przeto przez trwałe naświetlanie niewidocznymi promieniami można doprowadzić masy do wystarczającego świecenia bez stosowania w kabinie lamp zwykłych. Ten rodzaj oświetlenia przyrządów okazał się bardzo dobry przy długotrwałych lotach nocnych, bo najmniej męczy wzrok pilota.

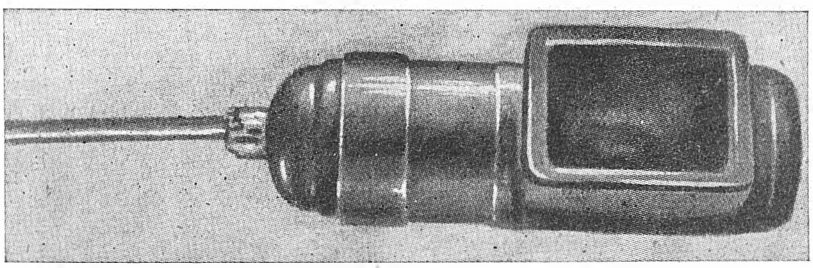
Dobre wyniki z oświetleniem przyrządów masami fluoryzującymi zmniejszyły korzyści stosowania oświetlenia indywidualnego.

Jako źródło energii pozafioletowej służy mała 4-watowa żarówka rtęciowa niskiego ciśnienia, zasilana z sieci prądu stałego 24-woltowej. Żarówka ta ma w dolnej części katodę, która po nagrzaniu powoduje zapalenie się lampy. Prąd anodowy płynąc przez przekaźnik powoduje przerwę w obwodzie katody, lecz lampa mimo to świeci dalej. Obudowa żarówki jest tak wykonana, że można z niej otrzymywać zarówno światło widzialne, jak i promienie pozafioletowe poprzez ciemny filtr (rys. 18).

Fluoryzujący materiał, którym jest wyłożona żarówka wewnątrz, transformuje krótkie pozafioletowe promienie o długości fali 2537 Å na promienie bliskiego pozafioletu o długości fali 3650 Å.

Lampa ta, zaopatrzona w specjalny filtr szklany, przepuszcza tylko światło bliskiego pozafioletu, jak to podaje krzywa A na rys. 19. Fale tej długości nie są szkodliwe dla oczu i skóry. Promienie pozafioletowe szkodliwe dla organizmu ludzkiego zostały pochłonięte przez szkło żarówki i filtru. Krzywa F na tymże rysunku podaje pro-

Rys. 18. Lampa wytwarzająca promienie pozafioletowe



pisy na tablicach przyrządowych. Jeżeli gatunek mas radioaktywnych jest dobry, sposób ten pozwala odczytywać w ciemną noc wskazania przyrządów, przesuwać dźwignie, zamykać i otwierać wyłączniki bez stosowania żadnego oświetlenia.

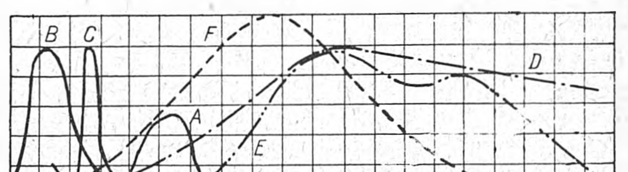
Ten sposób zmniejsza możliwość powstawania szkodliwych odblasków w szybach wiatrochronu i nie ujawnia położenia samolotu w przestrzeni; poza tym jest pewniejszy w działaniu, gdyż nie wymaga energii elektrycznej. Świecenie mas radioaktywnych jest znacznie silniejsze, jeśli pobudzić je promieniami pozafioletowymi.

Na samolotach myśliwskich nocnych, gdzie oczy pilota powinny być dobrze przystosowane do nocnego widzenia, mas świecących radioaktywnych stosować nie należy, gdyż mimo słabego, ale stałego świecenia zmniejszają one zdolność nocnego widzenia.

Prócz mas świecących radioaktywnych są materiały, jak np. fluoryt i inne, których kryształy zmieniają barwę pod wpływem promieni niewidocznych. Stokes stwierdził, że wysyłane światło jest o niższej częstotliwości (dłuższych falach) niż światło, które pobudziło fluoryt do zmiany barwy; zjawisko to w zależności od sposobu zachowania się samego świecenia nazwał fluorescencją lub fosforescencją.

Obecnie prawie na wszystkich przyrządach lotniczych skala i wskazówki pokryte są masami świecącymi. Masy fosforyzujące, po naświetleniu ich dowolnym światłem oraz promieniami pozafioletowymi, można pobudzić na

mieniowanie samej żarówki fluoryzującej; jego szczytowa wartość przypada przy 4400 Å, a szczytowa wartość promieniowania żarówki łącznie z filtrem przy 3650 Å. Jest to długość fali, przy której stosowane na skalach i wskazówkach przyrządów masy fluoryzujące świecą naj-



Rys. 19. Promieniowanie względne z różnych źródeł w obrębie widma pozafioletowego i widzialnego

A — promienie bliskiego pozafioletu
B — „ bakteriobójcze
C — „ lampy słonecznej
D — „ światła dziennego
E — „ lampy fluoryzującej dziennej
F — „ lampy fluoryzującej niebieskiej

lepiej. Wprawdzie promienie bliskiego pozafioletu, wytwarzane przez lampę, nie są szkodliwe, jednak lampy te należy umieszczać w kabinie w ten sposób, żeby żaden promień nie padał na oczy pilota. Bezpośrednie patrzenie na źródło promieni pozafioletowych powoduje fluorescencję

oczu, co nie jest szkodliwe, ale nieprzyjemne i zmniejsza zdolność nocnego widzenia. Jeżeli lampa jest właściwie umieszczona i skierowana na tablice z przyrządami pokładowymi, wtedy nie daje denerwujących poświat, a tarcze przyrządów pokładowych są oświetlone równomiernie.

Odbicia promieni bliskiego pozafioletu w tablicy przyrządowej i ścianach kabiny, pomalowanych na czarno, są praktycznie znikome. Liczne próby porównawcze podczas lotów nocnych wykazały, że ten typ oświetlenia tablicy z przyrządami pokładowymi jest lepszy od każdego z poprzednio opisanych. Dla poprawienia zdolności nocnego widzenia zastosowano do pokrywania skal przyrządów masy fluoryzujące, dające światło koloru pomarańczowego.

Światła sygnalizacyjne. Do wskazywania zmian położenia różnych urządzeń (np. podwozie schowane czy wysunięte itp.) stosuje się lampki sygnalizacyjne. Lampki te powinny być dobrze widoczne podczas dnia i nie powodować oślepienia podczas nocy. Aby spełniały dobrze swe przeznaczenie, powinny być umieszczone w polu widzenia pilota i powinna być możliwość skutecznego przyciemniania ich podczas lotów nocnych. Poza tym stosuje się lampki sygnalizacyjne różnokolorowe do ułatwienia porozumienia między poszczególnymi członkami załogi.

LITERATURA

Bierdiczewski B. E. Elektrooborudowanie samolotow
Bruskin D. E. Elektrooborudowanie samolotow
Matson R. Aircraft Electrical Engineering
Stiles W. S., Bennett M. G., Green H. N. Visibility of light signals with special reference to aviation lights
Dawies W. W. Aircraft illumination
Dircksen A. D. Fluorescent lighting of aircraft instruments
Plumb H. T. Flourescence aids mining
Wright W. D. Researches on normal and defective colour vision
Rapport final du Comité chargé de la question des „Feux de position"

Napowietrzne linie przesyłowe (MKWSE, 1950)

Opracował dr inż. MYŚLICKI ANDRZEJ

WSTĘP

Tematyka referatów z dziedziny napowietrznych linii przesyłowych da się zgrupować w czterech zasadniczych działach: 1) zagadnienia przepisów na linie napowietrzne, 2) metody obliczania linii przesyłowych, 3) własności materiałów, 4) opisy konstrukcji elementów i rozwiązań technicznych linii przesyłowych. Dwa referaty zajmują się szczegółowym zestawieniem porównawczym przepisów obliczania przewodów i konstrukcji wsporczych napowietrznych linii przesyłowych. Z zestawienia wynikają znaczne rozbieżności założeń obliczeniowych, mających zasadniczy wpływ na rozwiązanie techniczne i koszt projektowanej linii. Daje się zauważyć tendencja do złagodzenia przepisów i zmniejszenia jednostkowych kosztów oraz zużycia materiałów.

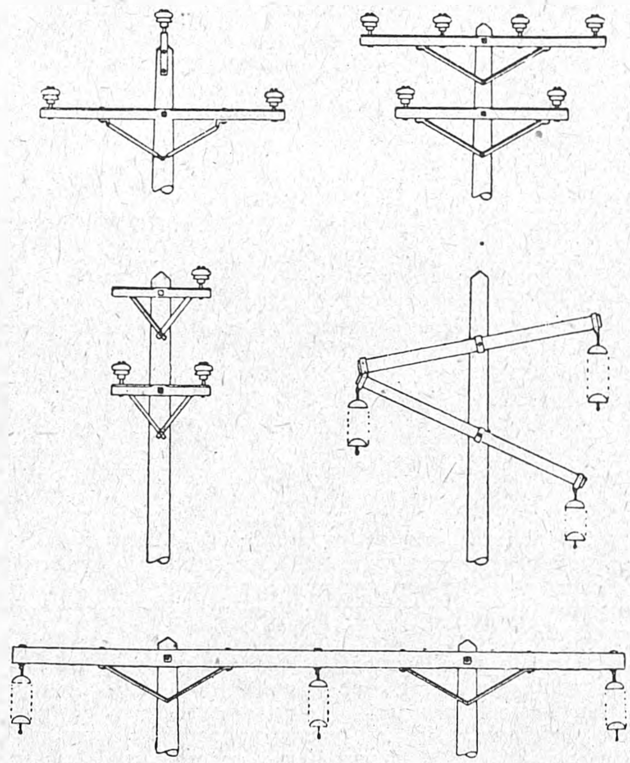
W dziedzinie metod obliczania zgłoszono nowy empiryczny wzór na ciężar słupów stalowych, metodę obliczania elektrycznego przewodów wiązkowych oraz na podstawie będących w toku badań nad teorią ustoju słupów wzór obliczania fundamentów blokowych betonowych.

Zagadnieniami własności przewodów zajmują się 4 referaty, omawiające teorię drgań przewodów i walkę z drganiami, porównanie krytyczne wartości przewodów aluminiowych bez wzmocnienia mechanicznego z innymi typami przewodów, zmiany wydłużeń przewodów w funkcji czasu oraz własności spawanych drutów aluminiowych.

Opisem konstrukcji elementów i rozwiązań technicznych linii zajmuje się wiele referatów. Znajdujemy tu opisy konstrukcji słupów drewnianych odpornych na uderzenia pioruna, opisy słupów z rur wypełnionych betonem, słupów przegubowych z odciążkami, nowy sposób łączenia rurowych konstrukcji słupów i opis zastosowania pali wirobetonowych do fundamentów. Dwa referaty omawiają rozwiązania konstrukcyjne linii na 110 i 220 kV, jeden referat poświęcony jest zagadnieniom mechanizacji budowy linii.

R. M. SCHAHFNER i W. H. KNUTZ (USA). Wytrzymałość linii na słupach drewnianych na uderzenia pioruna [1]

Towarzystwo The Northern Indiana Public Service Co, które przedstawiło ten referat, dostarcza energii elektrycznej 185 000 odbiorców, rozmieszczonych na terenie o rozmiarach około 240×120 km². Długość sieci na 33 i 66 kV, zbudowanych na słupach drewnianych, wynosi około 1450 km. Linie te z punktu widzenia wytrzymałości na uderzenia pioruna można podzielić na trzy grupy: 1) linie wybudowane przed rokiem 1938, o układach przewodów i konstrukcji górnej części słupa jak na rys. 1, 2 i 3, nie zabezpieczone przewodami odgromowymi, nie mające uziemień ani zwierania części izolacji drewnianej; 2) linie nowsze, ze zwartą częścią izolacji słupa, z uziemieniami, lecz o małej wytrzymałości udarowej; 3) linie nowoczesne, mające przewody odgromowe, uziemienia o niskiej oporności, o przewodach uziemiających odsuniętych od konstrukcji słupa. Linie ostatniej grupy odznaczają się dużą wytrzymałością udarową *). Autorzy zaliczają do nich linie, w których kąt ochronny przewodu odgromowego wynosi około 45°.



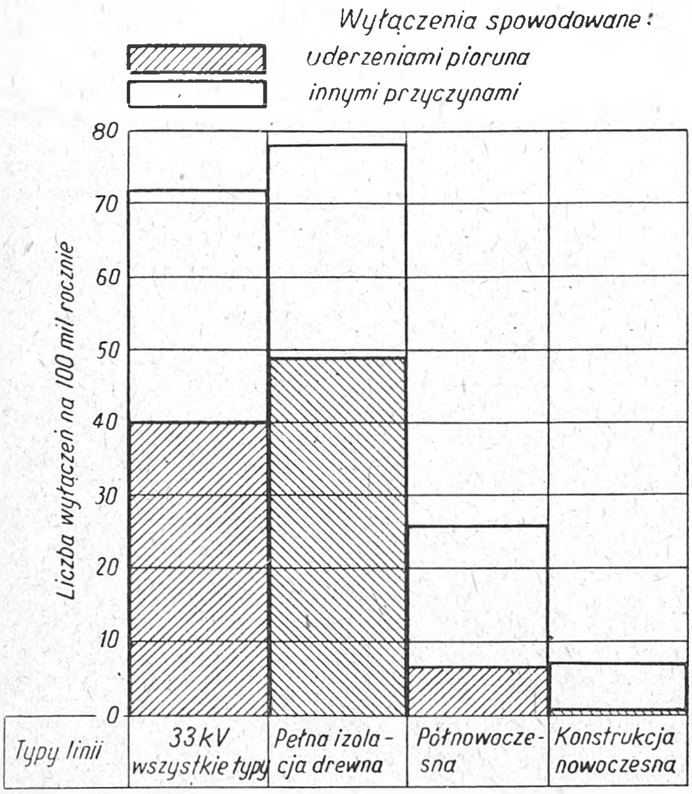
Rys. 1—3. Wierzchołki słupów linii wybudowanych przed rokiem 1938

Linie elektryczne w stanie Indiana są szczególnie narażone na uderzenia pioruna, ponieważ średnia liczba dni burzowych w roku wynosi około 40—50.

Pierwsza nowoczesna linia, o długości około 80 km, była zbudowana na słupach drewnianych, z poprzecznikami stalowymi i była wyposażona w izolatory stojące, a częściowo w łańcuchy izolatorów wiszących. Liczba izolatorów w łańcuchu wynosiła 2; na odcinku linii, mającym przejść w przyszłości na pracę na wyższym napięciu — 4. Oporności uziemień słupów były rzędu 5,5 oma z wyjątkiem uziemień na odcinku o długości kilku kilometrów, gdzie nie opłacało się zmniejszać oporności.

*) Por. rys. 12 i 13 w sprawozdaniu prof. J. L. Jakubowskiego (PE, 1950, z. 12, str. 553).

Druga linia odporna na uderzenia pioruna powstała przez przebudowę starej linii na słupach drewnianych, bez przewodów odgromowych i bez zwierania izolacji drzewa; linia ta, o długości 45 mil miała 48,3 wyłączeń, wywołanych uderzeniami pioruna, na 100 mil rocznie. Po założeniu przewodu odgromowego, uziemionego na każdym słupie, (oporność rzędu 5,5 oma) i po powiększeniu liczby



Rys. 4. Zestawienie statystyczne wyłączeń linii różnych konstrukcji

izolatorów w łańcuchach stwierdzono, że w okresie 1939—1949 linia miała zaledwie 0,6 wyłączeń, wywołanych uderzeniami pioruna, na 100 mil rocznie.

Przewód uziemiający musi być prowadzony w pewnej odległości od słupa drewnianego dla wyzyskania wytrzymałości udarowej drzewa. Rozwiązanie konstrukcyjne podają rysunki, zamieszczone w tekście referatu.

Rys. 4 przedstawia zestawienie statystyczne wyłączeń linii na słupach drewnianych.

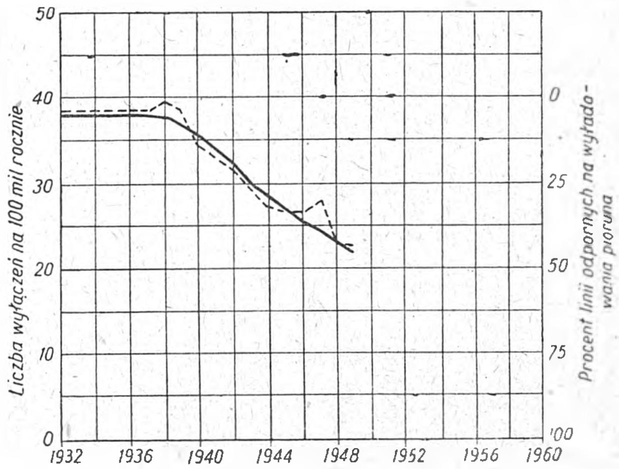
Unowocześnienie konstrukcji linii ma wpływ na zmniejszenie całkowitej liczby wyłączeń, nie tylko spowodowanych uderzeniem pioruna. Powiększenie odległości między przewodami, zmniejszenie prawdopodobieństwa zetknięcia wahających się przewodów przez odpowiedni układ przewodów na słupie i odpowiedni dobór izolacji powodują, że średnia względna liczba wyłączeń stale maleje (rys. 5).

G. ORLER (Włochy). Zastosowanie pali wirobetonowych zbrojonych do budowy fundamentów linii elektrycznych [2]

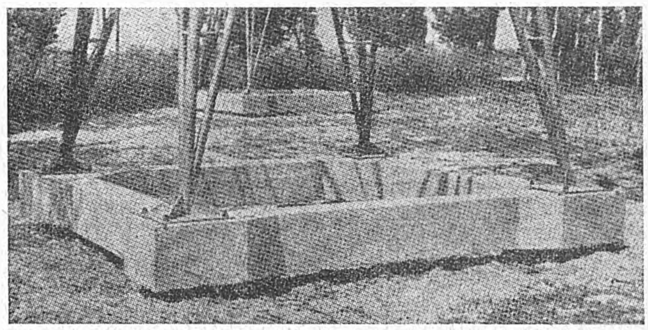
Fundamenty słupów elektrycznych są wykonywane zazwyczaj jako konstrukcje betonowe ze zbrojeniem lub bez. Głębokość ich nie przekracza zwykle 2,5 — 3 m. W przypadkach szczególnych, gdy nacisk fundamentu na grunt przekracza dopuszczalną dla danego rodzaju gruntu wartość, stosuje się wzmacnianie przy użyciu pali drewnianych lub betonowych.

Linie elektryczne, budowane wzdłuż wybrzeża morskiego lub jezior, wymagają kosztownych prac ziemnych przy wykonywaniu fundamentów. Dlatego w liniach takich we Włoszech fundamenty wykonywa się z pali betonowych, przez co unika się kosztownych prac podwodnych.

Dwutorowa linia na 130 kV w okręgu Viareggio przebiega przez tereny torfiasto-piaszczyste przy lustrze wody sięgającym 30 do 50 cm poniżej poziomu gruntu. Grubość warstwy o wytrzymałości praktycznie równej zeru wynosi 5 do 6 m. W celu zapewnienia odpowiedniej odporności gruntu zaprojektowano fundamenty, składające się (dla słupów przelotowych) z czterech pali wirobetonowych zbrojonych o średnicy zewnętrznej 33 cm i długości 7 m. Pale te są połączone między sobą w górnej części ramą żelbetową o przekroju 33×45 cm².



Rys. 5. Wykres średniej liczby wyłączeń rocznych odniesionych do 100 mil długości linii w okresie 1932—1948 r.



Rys. 6. Fundament z palami wirobetonowymi

Rys. 6 przedstawia fotografię wykonanego fundamentu. Dla słupów odporowych stosuje się fundamenty o podobnej konstrukcji, lecz z większą liczbą pali.

A. E. DAVISON (Kanada). Mechanizacja budowy napowietrznych linii elektrycznych [3]

Mechanizacja budowy napowietrznych linii elektrycznych w Kanadzie rozwija się w szybkim tempie. Referat ma na celu krótkie zaznajomienie czytelnika z najrozmaitszym sprzętem mechanicznym, stosowanym w Kanadzie do budowy linii.

Przy wyznaczaniu trasy linii korzysta się ze zdjęć lotniczych, przygotowanych dla wielkich połaci kraju do dyspozycji przemysłu. Oprócz tego zazwyczaj dokonywa się lotów nad obraną trasą celem sprawdzenia i ostatecznego wyboru trasy. W pewnych przypadkach stosowane są aparaty rejestrujące samoczynnie oraz urządzenia radarowe. W terenach zalesionych użycie samolotów daje znaczne oszczędności w ilości wyciętych drzew. W przypadkach, gdy nie ma samolotu do dyspozycji, do wyznaczania kierunku trasy stosowany jest sprzęt wojskowy — reflektory i bomby dymne.

Stan dróg dowozowych ma wielkie znaczenie dla transportu materiałów do budowy linii. Często konieczne są naprawy i wzmacnianie dróg, czasem opłaca się budowa nowych dróg. Do prac tych powszechnie stosowane są silne traktory, tzw. „buldożery".

Przy wycinaniu pasów leśnych oraz do obróbki drzewa na miejscu stosowane są piły mechaniczne najrozmaitszych konstrukcji, umożliwiających pracę w płaszczyźnie pionowej lub poziomej. Sprzęt mechaniczny stosowany jest również przy oczyszczaniu pni i transporcie materiału drzewnego.

Wiele typów maszyn stosowanych jest do wykonywania prac ziemnych przy budowie fundamentów. Są to mechaniczne kopaczki lub świdry, umożliwiające wykonywanie wykopów pod fundamenty o głębokości ponad 2 m. Zasypywanie fundamentów odbywa się przy pomocy małych „buldożerów".

Przy budowie linii w odległych okolicach zagadnienie transportu personelu oraz jego umieszczenia może być bardzo poważne. Dążenie do obniżania do minimum kosztów i czasu wymaga przeprowadzania szczegółowych studiów porównawczych wielu możliwych rozwiązań. Często budowa nowej drogi lub mostu może znacznie obniżyć koszt transportu.

Do wbijania pali fundamentowych stosowane są młoty pneumatyczne lub parowe. Urządzenia te są zbudowane na ruchomych podwoziach.

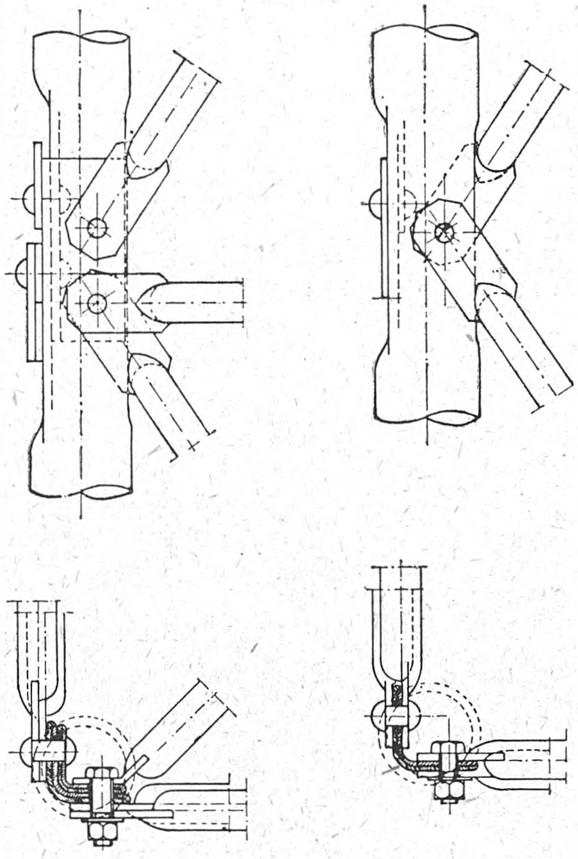
Przenośne prądnice, napędzane silnikami benzynowymi, służą do zasilania rozmaitych maszyn specjalnych, jak łamacze kamieni, kopaczki gliny, mieszarki betonu, wstrząsarki itp.

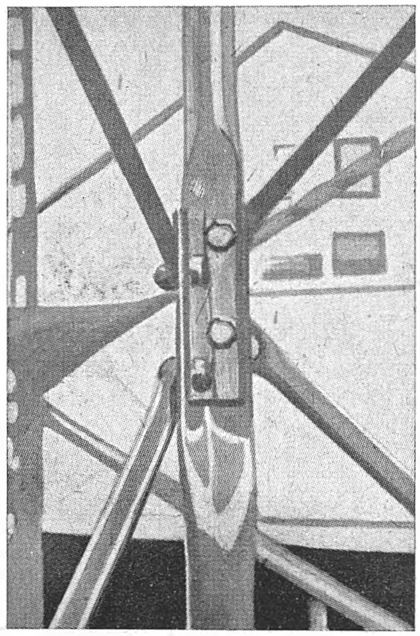
Mechanizacja objęła w Kanadzie również montaż słupów, przewodów i uziemień. Do zakładania uziemiaczy rurowych służą specjalne młoty mechaniczne; uziemiacze taśmowe są zakładane przy użyciu specjalnych pługów, ciągniętych przez traktory.

Autor podaje przykładowo zestawienie maszyn i sprzętu zmechanizowanego, użytego do budowy jednej z wielkich linii przesyłowych w Kanadzie.

M. BRUNETTI (Włochy). **Linia na 220 kV Torino-Pontremoli — nowy typ słupów kratowych** [4]

Projektowana linia 220-kilowoltowa Torino-Pontremoli o długości 200 km ma posiadać słupy kratowe normalnie stosowanego typu, wykonane z rur stalowych. Nowością konstrukcji jest opatentowany sposób łączenia rur, polegający na zaprasowywaniu końców rur na gorąco w kształt kątownika równoramiennego i łączeniu rur na śruby. Rury, tworzące ukośniki, zaprasowywane są na płasko dla umożliwienia łączenia ich śrubami. Rys. 7 i 8 podają szczegóły sposobu wykonania połączenia. Jak wykazały próby, przeprowadzone przez konstruktorów na próbkach połączeń oraz na całkowicie zmontowanym słupie, wytrzymałość połączeń jest zupełnie zadowalająca.





Rys. 7—8. Szczegóły wykonania połączeń rur stalowych

W. S. PETERSON (USA). **Wzór empiryczny na ciężar słupów i jego zastosowanie do rozważań gospodarczych** [5]

Ciężar stalowych słupów linii przesyłowych zależy od pięciu zmiennych parametrów: przekroju przewodów, średnicy przewodów, naprężenia mechanicznego przewodów, długości przęsła i długości łańcucha izolatorów. Parametry te są powiązane wzajemnymi zależnościami i dlatego przy wyborze właściwego rozwiązania technicznego linii z punktu widzenia gospodarczego należy rozpatrzyć zmiany wszystkich parametrów. Zmiany parametrów wpływają na wymiary słupa oraz na wartość sił zewnętrznych, działających na słup. Z tego względu najdogodniejszy będzie wzór, wiążący ciężar słupa, jego wysokość i siły zewnętrzne, działające na słup.

Dokonano obliczeń dla 114 rozmaitych projektów słupów przy założeniu stałych wartości największych naprężeń rozciągających i skręcających. Analiza wyników obliczeń pozwoliła na ustalenie empirycznych wzorów, wiążących ciężar słupa W (w funtach), siłę zewnętrzną wypadkową P (w funtach) i zastępczą wysokość słupa h (w stopach). Wzory te odznaczały się dużą dokładnością dla każdego typu słupa i każdej wartości napięcia, jednak ich postać była dla każdej grupy słupów inna. Tak np. dla słupów z płaskim układem przewodów przy odległości wzajemnej przewodów 7,8 m, przy wysokości słupów od 15,3 do 36,6 m i wypadkowej sile w granicach 1 360—9 080 kg wzór ma postać:

$$W = 2440 + 281 \frac{P^4}{10^{16}} + \left(8{,}35 + 2{,}46 \frac{P}{10^4}\right) h^{3/2}$$

Dla słupów linii na 287,5 kV wzór ten nie dawał dokładnych wyników; zależność wzajemną wartości W, P i h określa lepiej wzór:

$$W = -1000 + \left(168 + 15 \frac{P^2}{10^8}\right) h.$$

W wyniku licznych badań wartości parametrów słupów stwierdzono, że dla całego zakresu stosowanych napięć i typów konstrukcji słupów nadaje się następujący prosty wzór:

$$W = C \cdot H_e \sqrt[3]{P^2},$$

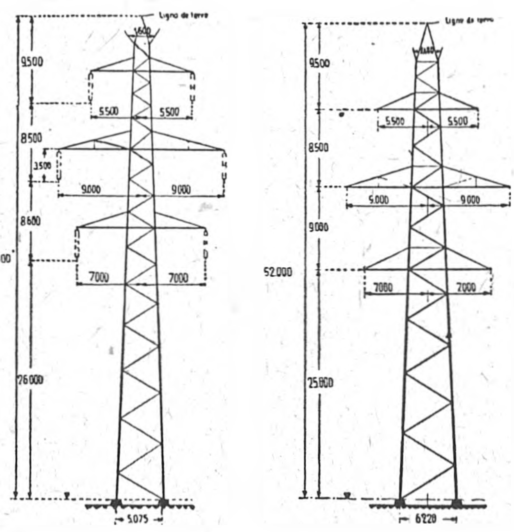
gdzie W — ciężar nadziemnej części słupa (w funtach),
H_e — wysokość zastępcza słupa dla siły wypadkowej (w stopach),
P — wypadkowa sił (w funtach) w przypadku największego obciążenia i zerwania przewodów,
C — stała empiryczna, zmieniająca się dla linii o napięciach 110—330 kV od 0,25 do 0,35.

Należy zaznaczyć, że niezależnie prowadzone badania w Anglii (Ryle J. Steel Tower Economics, JIEE, t. 93, cz. II, nr 33, 1946) doprowadziły do analogicznej budowy wzoru.

Podany wzór pozwala na szybką analizę wpływu zmian parametrów na koszt linii. Dla przykładu autor podaje zależność kosztu słupów linii 230-kilowoltowej od liczby izolatorów w łańcuchu (14—18) oraz porównanie kosztów linii przy zmiennym materiale i przekroju przewodów oraz rozpiętości przęsła. Ciekawy jest wynik obliczenia dla linii na 230 kV: dla warunków amerykańskich gospodarcza rozpiętość przęsła wynosi 300—360 m.

R. VÖGELI (Szwajcaria). Opis nowych linii o słupach z rur stalowych wypełnionych betonem [6]

W ciągu ostatnich dwóch lat zostały wybudowane w Szwajcarii przez firmę Motor-Columbus trzy linie napowietrzne wysokiego napięcia na słupach z rur stalowych, wypełnionych betonem. Referat zawiera dane charakterystyczne tych linii i wskazuje na zalety nowego materiału konstrukcyjnego.



Rys. 9—10. Siatki typowych słupów — przelotnego i odporowego — linii Amsteg-Mettlen

Linie Amsteg-Mettlen i Lavorgo-Amsteg posiadają słupy przystosowane do pracy linii pod napięciem 380 kV, chociaż obecne napięcie ich pracy wynosi 220 kV. Izolacja oraz przewody będą przy przejściu do pracy pod wyższym napięciem wymienione. Liczba izolatorów w łańcuchach zostanie powiększona, a linki robocze będą zastąpione przez przewód miedziany rurowy.

Rys. 9 przedstawia siatkę typowego słupa przelotowego. Wysokość typowego słupa przelotowego wynosi 52,4 m, wysokość zamocowania najniższego przewodu — 26 m. Najwyższy słup przelotowy posiada wysokość 67 m. Ciężar stali słupa przelotowego normalnego wynosi 8,2 t.

Rys. 10 przedstawia siatkę typowego słupa odporowego. Wysokość takiego słupa odporowego wynosi 52 m, ciężar stali — 12 t.

Rys. 11 przedstawia siatki słupów obniżonych — przelotowego i odporowego. Liczba słupów na linii Amsteg-Mettlen (długości 52 km) wynosi 159. (Średnia rozpiętość przęsła wynosi 330 m). Ciężar stali słupów linii Amsteg-Mettlen wynosi 1700 t. Obliczono, że ciężar stali słupów kratowych z kątowników wyniósłby dla tej linii 3700 t.

Słupy przelotowe liczone są:

1) na 5% największego naciągu jednostronnego przewodów i siłę wiatru, wiejącego równolegle do linii,

2) na siłę wiatru, wiejącego prostopadle do linii na przewody i słup,

3) na siłę skręcającą, wywołaną 50% największego naciągu jednego przewodu.

Słupy odporowe liczone są:

1) na 40% największego naciągu jednostronnego wszystkich przewodów,

2) na siłę skręcającą, wywołaną zerwaniem dwóch przewodów przy obciążeniu sadzią,

3) na siłę wiatru, wiejącego prostopadle na słup i przewody,

4) na siłę wypadkową naciągu przewodów i siły wiatru, wiejącego prostopadle do linii.

Współczynnik bezpieczeństwa przyjęto równy 2,25.

Trasa drugiej linii, Lavorgo-Amsteg, długości 52,3 km, przebiega przez tereny wysokogórskie i przecina dwa pasma Alp na wysokości 2400 i 2500 m.

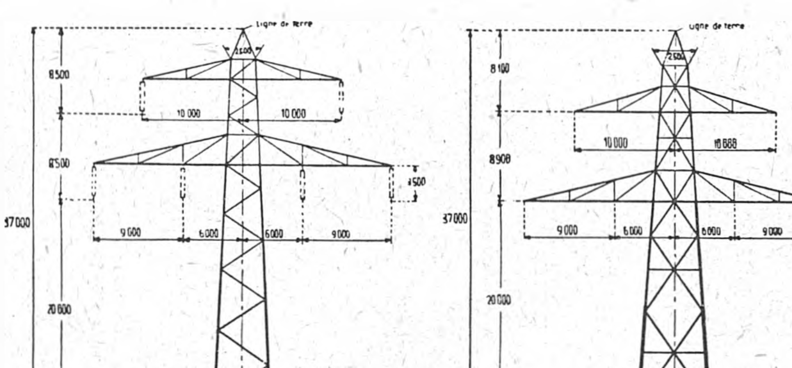
Rys. 12 przedstawia siatkę typowego słupa przelotowego i typowego słupa odporowego tej linii. Linia posiada przewody aldrejowe o przekroju 550 mm² i średnicy 30,5 mm. Przy przejściu do pracy na 380 kV przewody aldrejowe będą zastąpione przewodami miedzianymi rurowymi o średnicy 50—60 mm, zależnie od wysokości położenia nad poziomem morza.

Słupy przelotowe linii liczone są analogicznie, jak słupy przelotowe linii Amsteg-Mettlen. Słupy odporowe liczone są podobnie — z tą różnicą, że w przypadku 1) liczy się je na 75% największego naciągu jednostronnego (zamiast 40%). Współczynnik bezpieczeństwa przyjęto równy 2,25.

Wysokość słupów przelotowych wynosi od 26 do 42 m, wysokość słupów odporowych — od 24 do 41 m.

Ciężar stali słupa przelotowego o wysokości 32 m wynosi 7,5 t. Ciężar stali słupa odporowego o wysokości 30 m wynosi 13,5 t.

Łączny ciężar stali słupów linii Lavorgo-Amsteg wynosi 1630 t. Obliczono, że ciężar stali słupów kratowych z kątowników wyniósłby dla tej linii 3450 t.



Rys. 11. Siatki typowych słupów przelotowych i odporowych obniżonych linii Amsteg-Mettlen

Łańcuchy izolatorów wiszących składają się z izolatorów typu „Motor"; w łańcuchach odciągowych zastosowano izolatory długopienne (rys. 13).

Trzecia linia o napięciu 150 kV, łączącą nową elektrownię wodną w Realta z miastem St. Gall, o długości 92 km w części posiada słupy wykonane z rur wypełnionych betonem, w części zaś słupy stalowe kratowe z kątowników.

Dane charakterystyczne linii:

a) przewody robocze: miedziane o przekroju 150 mm²;

b) przewody odgromowe: w części linii jeden przewód stalowy o przekroju 70 mm², w części dwa przewody stalowe po 60 mm²;

c) izolacja: łańcuchy wiszące w części linii składają się z izolatorów kołpakowych, w części linii z izolatorów typu „Motor"; łańcuchy odciągowe składają się wyłącznie z izolatorów typu „Motor";

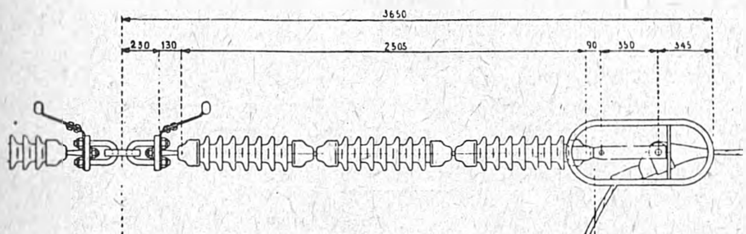
d) słupy z rur wypełnionych betonem: wysokość typowego słupa przelotowego 30 m, ciężar stali słupa wynosi 2,5 t. Wysokość typowego słupa odporowego wynosi 30 m, ciężar stali słupa — 4,74 t.

Średni ciężar stali na jednostkę długości linii na odcinku ze słupami z rur wynosi 12,2 t/km, na odcinku ze słupami stalowymi kratowymi — 20 t/km.

Dane dotyczące czasu trwania montażu słupów rurowych: a) słup przelotowy — montaż 100 godz., napełnianie betonem 55 godz.; b) słup odporowy — montaż 200 godz., napełnianie betonem 60 godz.

Dla porównania autor podaje czas montażu słupów kratowych ustawionych na pozostałej części linii: a) słup przelotowy — montaż 140 godz.; b) słup odporowy — montaż 400 godz.

Załącznik do referatu zawiera opis odcinka linii na słupach rurowych wypełnionych betonem, wybudowanego we

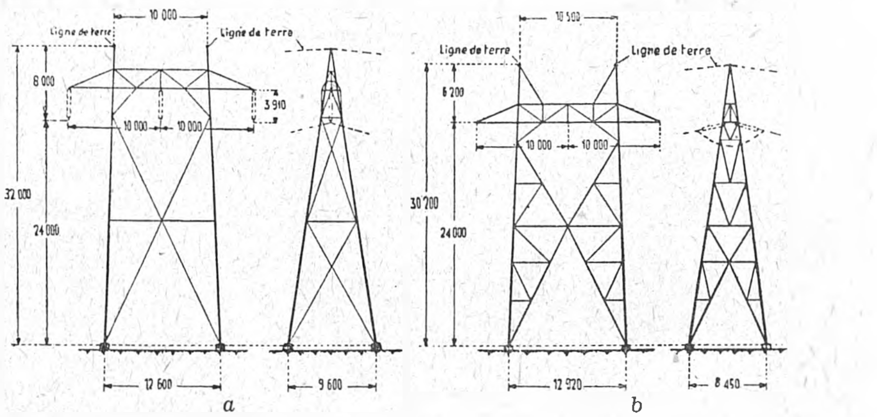


Rys. 13. Łańcuch odciągowy izolatorów linii Lavorgo-Amsteg

Francji (wiadomość o pierwszym odcinku linii podano w sprawozdaniu CIGRE na sesji 1948). Linia o napięciu 90 kV, łącząca Auberville z La Vallée, na długości 35 km (od La Vallée do Queillebeuf) posiada słupy z rur, wypełnionych betonem. Do wykonania słupów użyto dla głównych prętów — rur o średnicy 6 cali (152,5 mm) i grubości ścianki 2,8 mm. W górnych częściach słupa główne pręty wykonano z rur o średnicy 4 cali (102 mm).

Przy wykonywaniu wykopów pod fundamenty korzystano ze specjalnej kopaczki mechanicznej, zmontowanej na samochodzie ciężarowym.

Rys. 12. Siatki typowych słupów przelotowych (*a*) i odporowych (*b*) linii Lavorgo-Amsteg



E. S. HEALEY i G. H. SEYBOLT (USA). Zastosowanie słupów z odciążkami dla przęseł o znacznej rozpiętości [7]

Referat zgłoszony jest przez przedsiębiorstwo Ebasco Services Incorporated. Przedsiębiorstwo to zaprojektowało i wybudowało 7 wielkich przęseł linii napowietrznych stosując słupy z odciążkami. Typowe przęsło składa się z 2 wielkich słupów stalowych opartych przegubowo na fundamentach. Są one utrzymywane w pozycji pionowej prostopadle do kierunku linii przez odciążki, a równolegle do kierunku linii przez przewody odgromowe i (lub) przewody robocze. Słupy z odciążkami są praktycznie sztywne w kierunku prostopadłym do linii i mają ograniczoną możliwość zmiany położenia w kierunku podłużnym. Rys. 14 przedstawia schematycznie jedną stronę przęsła.

Potrzeba wybudowania wielkiego przęsła na słupach wahliwych została podyktowana względami oszczędności materiału i kosztów przy skrzyżowaniu rzeki Missisipi. Początkowo skrzyżowanie było wykonane przy użyciu zwykłych słupów stojących. Po poszerzeniu rzeki w roku 1934 wybudowano przęsło rozpiętości 750 m na słupach (z odciążkami) o wysokości 82 m. Z uwagi na niemożliwość uregulowania biegu rzeki i związane z tym stałe przesuwanie się brzegu w r. 1938 musiano wybudować nowe przęsło o rozpiętości 1830 m na słupach o wysokości 170 m. Ze względu na przewidywany krótki okres trwania przęsła zostało ono wybudowane z małym współczynnikiem bezpieczeństwa. Do r. 1944 brzeg rzeki przesunął się w kierunku zachodnim o 580 m, co spowodowało, że jeden ze słupów znalazł się o 30 m zaledwie od brzegu rzeki i zmusiło do wyeliminowania przęsła z eksploatacji.

W okresie 6 lat pracy cyklon przewrócił jeden ze słupów, co nie spowodowało uszkodzenia drugiego słupa. Z doświadczeń eksploatacji wynika, że słupy wahliwe z odciążkami przy znacznych wysokościach słupów posiadają tę zaletę, że osiadanie fundamentów lub przesuwanie się ich poziomu nie wywołują naprężeń w konstrukcji. Zmiany położeń słupa są kompensowane przez doregulowanie odciążek.

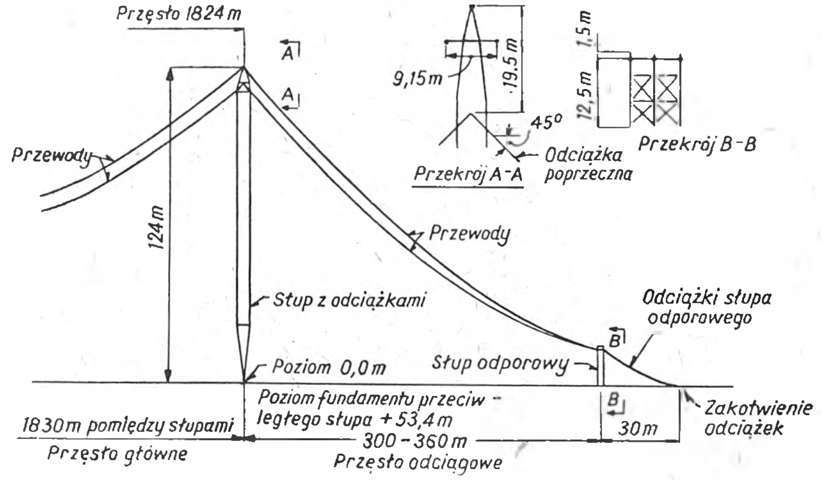
Pierwsze przęsło ze słupami z odciążkami, wykonane jako rozwiązanie stałe, powstało w 1938 r. na rzece Missisipi w okolicy miasta Nathes. Rozpiętość przęsła — 1830 m. Wysokość słupów — 124 m. Słupy odporowe znajdują się w odległości 300—360 m. Słupy obliczono przy założeniu siły wiatru 146 kg/m². Nie uwzględniono zerwania przewodów. Naprężenie dopuszczalne stali przyjęto równe 1400 kg/cm². Przekrój słupa jest prostokątny. Szerokość jego na długości 82 m jest stała i wynosi 5½ m zwężając się na szczycie i u podstawy. Odciążki poprzeczne wykonane są z linki o średnicy 1¾", o wytrzymałości 143 t, z naciągiem 16,8 t w temperaturze 15½°C. Przewody robocze — miedziane o zwiększonej wytrzymałości. Wszystkie przewody zostały poddane wstępnemu naciągowi.

Izolację w przęśle głównym stanowią potrójne łańcuchy odciągowe, zaopatrzone w urządzenia ochronne i regulacyjne. Wiele studiów poświęcono doborowi przekrojów i wytrzymałości przewodów w przęśle głównym i przęsłach

sąsiednich w taki sposób, aby ograniczyć przesuwanie się wierzchołków słupów pod wpływem wiatru, wiejącego równolegle do kierunku linii. Dla uniknięcia uszkodzeń przewodów od drgań przęsła wyposażono w tłumiki.

B. JOBIN (przewodn. Komitetu). **Sprawozdanie z prac Międzynarodowego Komitetu Technicznego słupów i fundamentów** [8]

Komitet Techniczny słupów i fundamentów opracował szczegółowe zestawienie przepisów obliczania słupów i fundamentów. Zbieranie dokumentacji na temat koncepcji słupów bardzo wysokich napięć jest w toku. Zagadnienie obliczania fundamentów zostało opracowane i zgłoszone na bieżącej sesji (ref. 228).



Rys. 14. Schemat przęsła ze słupami przegubowymi z odciążkami

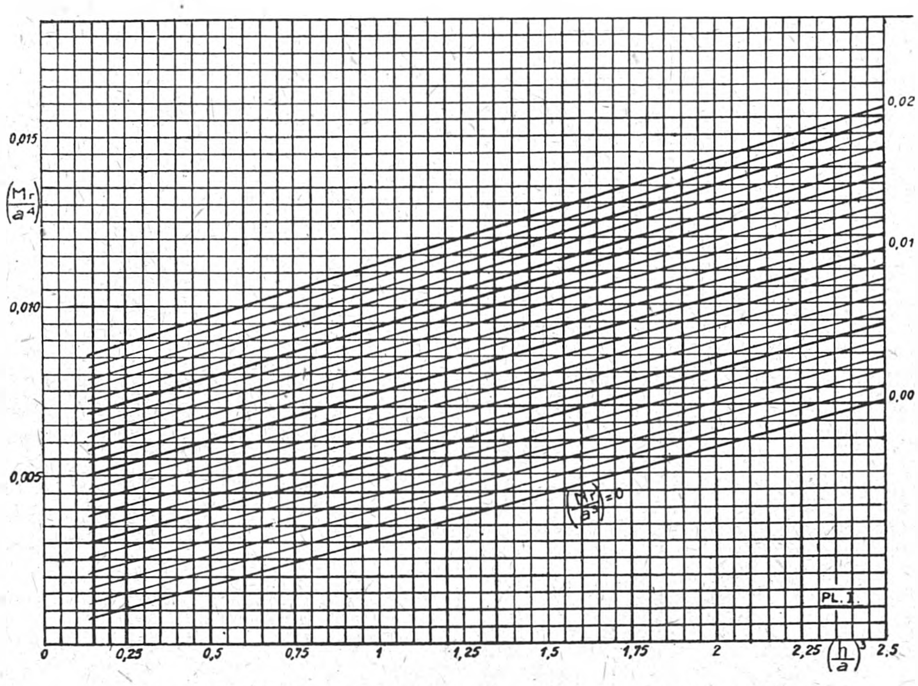
Ch. RAMELOT (Belgia). **Badania doświadczalne z zakresu statyki fundamentów słupów linii elektrycznych** [9]

Referat stanowi sprawozdanie z dalszego ciągu badań doświadczalnych nad teorią statyki fundamentów słupów linii elektrycznych (pierwsza część badań była zgłoszona na CIGRÉ w 1946 r., ref. 206).

Stosowane powszechnie metody obliczania fundamentów słupów opierają się na założeniach częściowo niedokładnych lub nawet błędnych. Brak znajomości praw mechaniki ziemi jako ośrodka, w którym umieszczony jest fundament, powoduje, że wyznaczenie rzeczywistego współczynnika bezpieczeństwa jest niemożliwe. Fundamenty linii wysokich napięć są obliczane ze znacznym nadmiarem, co wpływa na podwyższenie kosztów inwestycyjnych (koszty fundamentów wynoszą przeciętnie 20% kosztów linii).

Wstępnym etapem prac badawczych było ustalenie zasad statyki fundamentów osadzonych w ośrodku bez przyczepności. Dlatego pierwsze próby dokonywano w suchym piasku, a ich wyniki miały być uogólnione przez uwzględnienie przyczepności ziemi. Dla ułatwienia sprawy badania wykonywano na modelach, geometrycznie podobnych do rozpatrywanych objektów, a mianowicie dla trzech kategorii fundamentów: 1) ustojów słupów linii niskich i średnich napięć, 2) fundamentów płytowych, 3) fundamentów blokowych — w przypadku umieszczenia ich na powierzchni ziemi i w ziemi na różnej głębokości.

W wyniku badań stwierdzono, że metody obliczeń oparte na teorii sprężystości są niesłuszne. Niesłuszny jest paraboliczny rozkład naprężeń w ziemi (Mohr), jak również niesłuszne jest założenie, że ciśnienia ziemi na fundament są proporcjonalne do odkształceń.



Rys. 15. Wykres pomocniczy do obliczania fundamentów

W wyniku licznych badań doświadczalnych na modelach oraz na fundamentach rzeczywistych opracowano metodę obliczania fundamentów blokowych. Stwierdzono, że przyczepność ziemi ma wielki wpływ na ustój fundamentów

(dla fundamentu pionowo zagłębionego w ziemi na ok. 1,8 m wzrost wynosi ok. 20% dla ziemi, dającej się kopać łopatą, ok. 50% dla ziemi, wymagającej użycia rydla i ok. 100% dla ziemi, do której niezbędny jest oskard).

Oznaczmy:

M_r — moment wywrotowy fundamentu,
a — szerokość podstawy fundamentu blokowego o przekroju kwadratowym,
h — wysokość zagłębienia fundamentu w ziemi,
N_r — ciężar działający na fundament.

Stwierdzono, że $\left(\frac{M_r}{a^4}\right)$ zmienia się proporcjonalnie do $\left(\frac{h}{a}\right)^3$ przy $\frac{N_r}{a^3} = \text{const.}$ Rys. 15 przedstawia część wykresu $\left(\frac{M_r}{a^4}\right) = f\left(\frac{h}{a}\right)^3$.

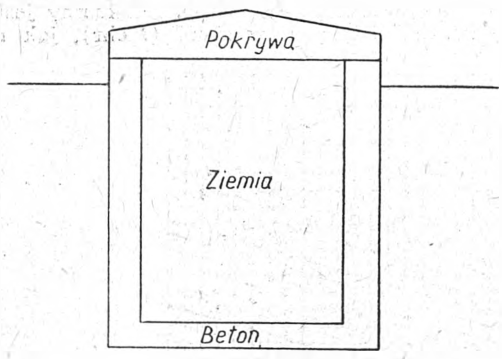
Do obliczenia wymiarów fundamentu blokowego o przekroju kwadratowym o boku a przy założonym współczynniku bezpieczeństwa s należy obrać kilka wartości $h_1, h_2, h_3, h_4 \ldots$, obliczyć odpowiednie wartości $\left(\frac{h}{a}\right)^3$ i odpowiadające wartości $\left(\frac{N_r}{a^3}\right)$.

Z wykresu odczytuje się $\left(\frac{M_r}{a^4}\right)_1$, $\left(\frac{M_r}{a^4}\right)_2$, $\left(\frac{M_r}{a^4}\right)_3$ ......, skąd można obliczyć s i wykreślić $s = f\,(h)$. Z wykresu odczytuje się bezpośrednio wartość h dla założonej wartości s.

Znaczne oszczędności materiałowe otrzymuje się stosując zamiast pełnych bloków betonowych bloki wydrążone, wypełnione ziemią pochodzącą z wykopu (rys. 16).

E. RICHARD (Francja). Wyniki ankiety międzynarodowej na temat zasad obliczania słupów i fundamentów [10]

W 1948 r. została rozesłana przez Sekretariat CIGRE ankieta na temat zasad obliczania słupów i fundamentów



Rys. 16. Fundament betonowy wypełniony ziemią

linii wysokiego napięcia. Referat zawiera zestawienie wyników ankiety.

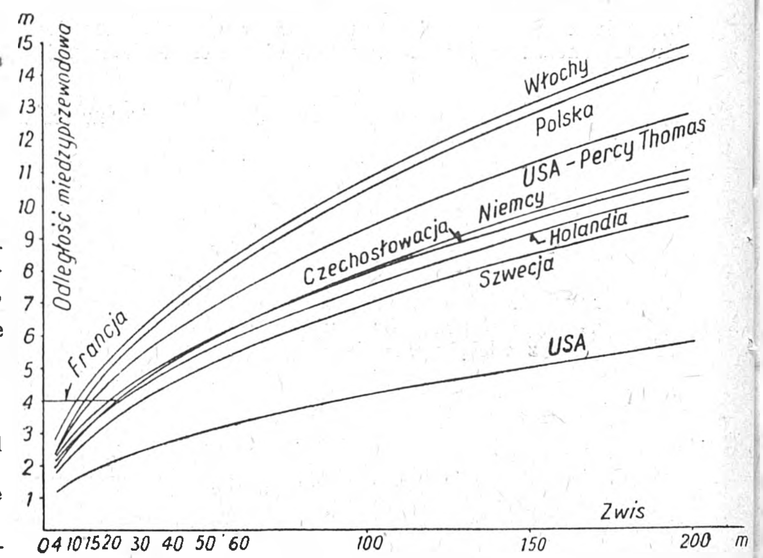
A. Parametry wyznaczające wymiary słupa

1. Odległość przewodów od konstrukcji. Wiele przepisów podaje najmniejszą odległość przewodów od konstrukcji w postaci wzoru $a + bE$, gdzie E jest znamionowym napięciem linii w kV. Wartości a zawierają się pomiędzy 5 i 20 cm, b— pomiędzy 0,66 i 0,80.

Odległości najmniejsze mają być zachowane bądź dla określonych wartości siły wiatru lub wiatru i sadzi, bądź dla określonego kąta wychylenia przewodów. Możliwość przeskoków przy udarach nie powinna być podstawą do wyznaczania odległości przewodów od konstrukcji, gdyż bardziej opłaca się zmniejszyć oporność uziemienia niż powiększać wymiary słupa. (Orientacyjnie 8 cm odległości odpowiada przy udarze 1,5/40 50 kA zmniejszeniu oporności o 1 Ω).

Bez wiatru lub przy słabym wietrze odległość przewodów od konstrukcji powinna być nieco większa od odległości przeskoku wzdłuż izolatorów lub między pierścieniami. Dla zmniejszenia wychyleń łańcuchów izolatorów w wielu krajach stosowane są dodatkowe ciężarki.

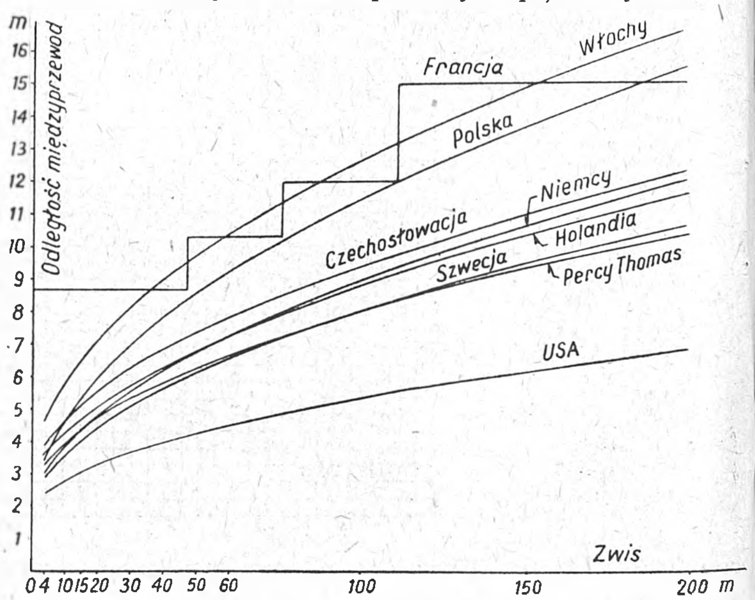
2. Odległości między przewodami. Odległość między przewodami w wielu krajach uzależniona jest od wartości zwisu, powiększonej lub nie o długość łańcuchów izolatorów, od wartości napięcia oraz od materiału przewodu. W większości wzorów zwis występuje pod pierwiastkiem. Rys. 17 przedstawia porównanie najmniejszych przepisowych odległości między przewodami linii na 225 kV; rys. 18 — porównanie odległości między przewodami linii na 63 kV.



Rys. 17. Odległości międzyprzewodowe w funkcji zwisu dla linii 63-kilowoltowej, obliczone według różnych przepisów

3. Układ przewodów odgromowych. Kąt ochronny przewodu odgromowego na słupie (kąt pomiędzy linią pionową i linią łączącą przewód odgromowy ze skrajnym przewodem roboczym) wynosi dla różnych linii 25—40°. Zwykle zwis przewodu odgromowego jest około 10% mniejszy od zwisów przewodów roboczych, przez co poprawia się ochronę przewodów roboczych.

4. Rozstawienie nóg słupa. Panuje tendencja do budowania słupów o znacznym rozstawieniu nóg, co pozwala na zmniejszenie sił u podstawy słupa, a więc na



Rys. 18. Odległości międzyprzewodowe w funkcji zwisu dla linii 225-kilowoltowej, obliczone według różnych przepisów

znacznie mniejsze fundamenty. Stosunek pomiędzy wysokością i rozstawieniem nóg słupa wynosi 2,5 do 4, gdy dawniej dla linii 225-kilowoltowej wynosił on 7—12.

B. Założenia do obliczeń

Siły zewnętrzne, działające na słup, pochodzą:

a) od ciężaru słupa, przewodów, izolatorów i sprzętu zawieszeniowego, wiatru;

b) od sadzi, działającej jako ciężar dodatkowy oraz ewentualnie tworzącej różnice naciągu w sąsiednich przęsłach;

c) naciągu przewodów w stanie normalnym i w przypadku zerwania przewodów.

Przy znanej prędkości wiatru siła wiatru jest zupełnie określona. Brak jeszcze dostatecznej ilości materiału doświadczalnego odnośnie wiatrów bardzo silnych i na znacznych wysokościach.

Wartości obciążeń sadziowych są różnie przyjmowane, zależnie od warunków klimatycznych. Nie jest jeszcze ustalona zależność ciężaru sadzi od średnicy przewodu (niektóre przepisy przyjmują proporcjonalność obciążenia do pierwiastka z średnicy przewodu). Brak również ustalonych poglądów na zagadnienia prawdopodobieństwa zerwania przewodów wskutek nadmiernych obciążeń sadziowych i zagadnienia wpływu sił dynamicznych przy zerwaniu przewodu.

Referat podaje szczegółowe zestawienie założeń, przy których oblicza się według rozmaitych przepisów słupy linii wysokiego napięcia.

Należy zwrócić uwagę, że wszystkie przepisy wymagają obliczania słupów (niektórych typów) na zerwanie przewodów. Należy się zastanowić, czy jest to słuszne i czy nie można złagodzić przepisów dla linii bardzo wysokich napięć (propozycja M. Grimmita w projekcie nowelizacji przepisów angielskich).

Należy tu oprzeć się na danych statystycznych. Można przyjąć rozmaite wartości naprężeń w konstrukcjach stalowych słupów, zależnie od prawdopodobieństwa występowania obciążenia.

Stosowane obecnie metody obliczania fundamentów doprowadzają do nadmiernych fundamentów. Prowadzone obecnie w Belgii badania pozwolą niewątpliwie na nowelizację przepisów.

S. BUTTERWORTH i E. E. HUTCHINGS (W. Brytania). Własności elektryczne i cieplne linii napowietrznych [11]

Najdogodniejszą metodą analizy układów niesymetrycznych jest metoda składowych symetrycznych.

Oznaczmy:

I_a, I_b, I_c — prądy w fazach a, b, c;
V_a, V_b, V_c — spadki napięcia faz a, b, c;
I_1, I_2, I_0 — składowe kolejności dodatniej, ujemnej i zerowej prądu;
V_1, V_2, V_0 — składowe kolejności dodatniej, ujemnej i zerowej napięcia.

Z teorii składowych symetrycznych wynika, że:

$$\left.\begin{aligned} I_a &= I_0 + I_1 + I_2 \\ I_b &= I_0 + k^2 I_1 + k I_2 \\ I_c &= I_0 + k I_1 + k^2 I_2 \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

gdzie k jest operatorem, obracającym wektor o 120^0. Analogiczne równania można napisać dla V_a, V_b, V_c.

Wartości V_a, V_b, V_c są skojarzone z I_a, I_b, I_c przez równania:

$$\left.\begin{aligned} V_a &= Z_{aa} I_a + Z_{ab} I_b + Z_{ac} I_c \\ V_b &= Z_{ba} I_a + Z_{bb} I_b + Z_{bc} I_c \\ V_c &= Z_{ca} I_a + Z_{cb} I_b + Z_{cc} I_c \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

w których Z_{aa}, Z_{bb}, Z_{cc} są opornościami pozornymi własnymi faz a, b, c, natomiast $Z_{bc} = Z_{cb}$, $Z_{ab} = Z_{ba}$ i $Z_{ca} = Z_{ac}$ są opornościami pozornymi wzajemnymi faz bc, ab i ac.

Jeśli we wzorach (2) zastąpimy V_a, V_b, V_c i I_a, I_b, I_c przez ich składowe symetryczne, otrzymamy:

$$\left.\begin{aligned} V_0 &= Z_{00} I_0 + Z_{01} I_1 + Z_{02} I_2 \\ V_1 &= Z_{10} I_0 + Z_{11} I_1 + Z_{12} I_2 \\ V_2 &= Z_{20} I_0 + Z_{21} I_1 + Z_{22} I_2 \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Autorzy podają zależności pomiędzy opornościami pozornymi Z_{aa}, Z_{bb}, Z_{cc}, Z_{ab} Z_{bc}, Z_{ac} i opornościami pozornymi Z_{00}, Z_{11}, Z_{22}, Z_{01}, Z_{02}, Z_{10}, Z_{12}, Z_{20}, Z_{21} oraz wzory na obliczenie oporności pozornych własnych i wzajemnych układu przewodów.

Druga część referatu jest poświęcona analizie równowagi cieplnej przewodu. Oznaczając:

I — natężenie prądu w A,
R — oporność dla prądu zmiennego w omach,
a — współczynnik pochłaniania energii słonecznej,
s' — natężenie promieniowania słonecznego w W/cm²,
d — średnica przewodu w cm,
E — moc emisyjna przewodu,
s — stała Stefana $= 5{,}7 \cdot 10^{-12}$ W/cm²,
Θ — dopuszczalny przyrost temperatury przewodu ponad temperaturę otoczenia w °C,
t — temperatura otoczenia w °C,
H_c — straty unoszenia w W/cm,

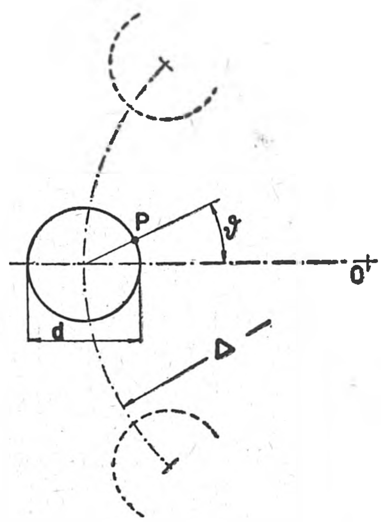
mamy:

$$I^2 R + as' d = E[(\Theta + t + 273)^4 - (t + 273)^4] \pi d + H_c \quad \text{(W/cm)}.$$

Dla przewodów nowych $a = 0{,}6$, $E = 0{,}3$ (aluminium) i $E = 0{,}2$ (miedź, stal).

Dla przewodów starych $a = 1$, $E = 1$.

Wartość s' zależy od położenia geograficznego. Dla Londynu $s' = 89$ mW/cm², dla Kairu $s' = 119$ mW/cm².



Rys. 19. Przewód wiązkowy — oznaczenia

E. R. A. prowadziła badania nad wielkością strat unoszenia. Stwierdzono znaczne różnice wartości dla przewodów gładkich i skręconych z żył.

Na podstawie otrzymanych wartości współczynników obliczono teoretycznie stany cieplne przewodów w różnych warunkach i stwierdzono zgodność z doświadczeniem.

G. QUILICO (Włochy). Zagadnienia elektryczne związane z przewodami wiązkowymi [12]

Natężenie pola elektrycznego na powierzchni przewodu w układzie wiązkowym nie może być obliczone jak dla przewodu pojedyńczego. Stosując oznaczenia jak na rys. 19, można obliczyć natężenie pola na powierzchni przewodu w punkcie P ze wzoru przybliżonego

$$K_\delta = \left[1 - (n-1)\frac{d}{\Delta}\cos\delta\right] K_m,$$

gdzie n — liczba przewodów w wiązce,

$$K_m = \frac{U}{\frac{nd}{2}\ln\frac{2D_e}{d_e}},$$

U — napięcie fazowe,
d_e — średnica rownoważna wiązki

$$\left(d_e = d \sqrt[n]{n\left(\frac{\Delta}{d}\right)^{n-1}}\right),$$

D_e — odległość zastępcza przewodów, obliczona z pojemności fazy $C = \dfrac{55{,}6 \cdot 10^{-9}}{\ln\dfrac{2D_e}{d_e}}$ F/km (pojemność oblicza się ze znanych wzorów).

Rys. 20 przedstawia wykres zależności stosunku napięcia jonizacji układu n przewodów wiązki do napięcia jonizacji jednego (zastępczego) przewodu o przekroju rów-

nym sumie przekrojów układu wiązkowego, w funkcji wymiarów wiązki, przy czym $d_0 = d\sqrt{n}$.

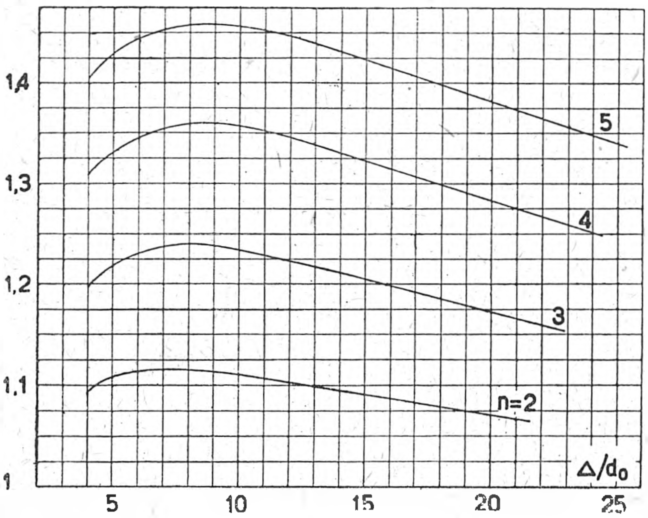
Należy zwrócić uwagę, że przy pojedyńczych przewodach naprężenie na powierzchni jest stałe, w układzie zaś wiązkowym naprężenie na powierzchni przewodu wiązki zmienia się zależnie od wartości kąta δ od wartości

$$K_{min} = \left[1 - (n-1)\frac{d}{\Delta}\right] \cdot K_m$$

do wartości

$$K_{max} = \left[1 + (n-1)\frac{d}{\Delta}\right] \cdot K_m.$$

W liniach o przewodach pojedyńczych istnieje wartość napięcia (napięcie jonizacji), powyżej którego zaczynają się straty ulotowe. W układzie przewodów wiązkowych zjawisko jest bardziej skomplikowane, gdyż w miarę wzro-

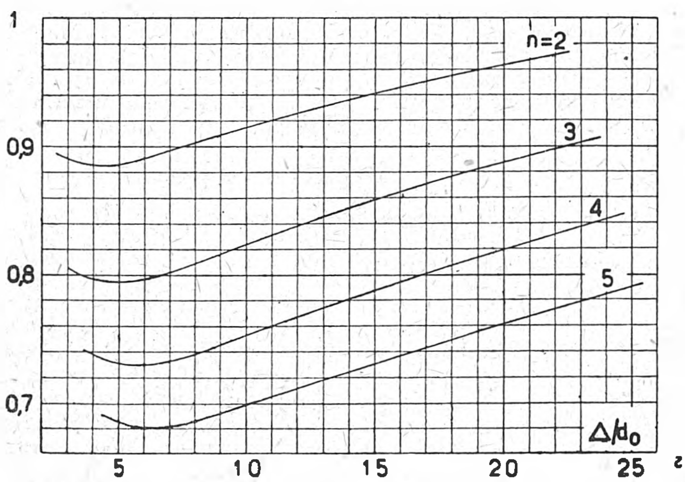


Rys. 20. Zależność stosunku napięcia jonizacji układu n przewodów wiązkowych do napięcia jonizacji jednego przewodu o przekroju równym sumie przekrojów wiązki — w funkcji wymiarów wiązki

stu napięcia na coraz większej części obwodu przewodu panuje naprężenie większe od naprężenia jonizacji. Przyjęto umownie, dla porównania, dla przewodów wiązkowych naprężenie średnie, odpowiadające kątowi $\delta = 120^0$.

Rys. 21 przedstawia zależność stosunku naprężenia średniego przewodów wiązkowych do naprężenia przewodu pojedyńczego o średnicy $d\sqrt{n}$ w funkcji wymiarów wiązki.

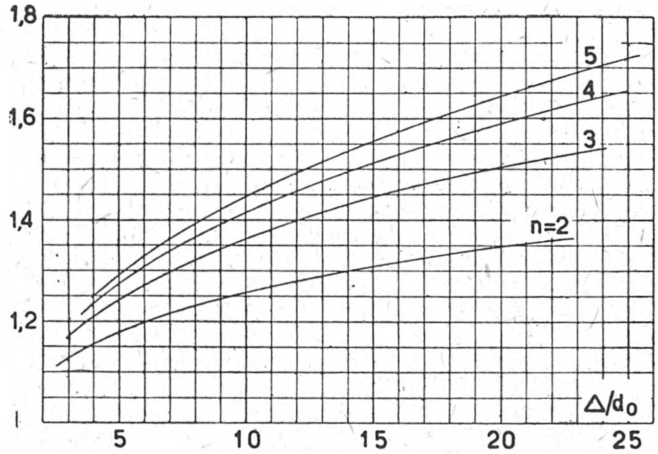
Zaletą przewodów wiązkowych jest powiększenie mocy naturalnej linii, wywołane zmniejszeniem oporności falo-



Rys. 21. Zależność stosunku średniego naprężenia elektrycznego przewodów wiązkowych do naprężenia pojedyńczego przewodu o średnicy d_0 — w funkcji wymiarów wiązki

wej. Rys. 22 przedstawia wzrost mocy największej, przenoszonej linią, w zależności od wymiarów wiązki i liczby przewodów w wiązce. Wzrost mocy odniesiony jest do tej wartości mocy, która może być przeniesiona przez przewody pojedyńcze o przekroju równym sumie przekrojów przewodów wiązki.

Dla całkowitego porównania, uwzględniającego wpływ oporności prądnic i transformatorów, przeprowadzono obli-



Rys. 22. Zależność granicznej mocy przesyłowej od liczby przewodów w wiązce i jej wymiarów

czenia dla linii o długości 400 km, dla wiązki, której stosunek Δ/d_0 wynosi 10,5 np. 2 przewody o średnicy 27 mm umieszczone w odległości 40 cm. Obliczenia przeprowadzono dla czerech wariantów:

a) równe moce maszyn i równe napięcia,
b) równe moce maszyn, napięcia proporcjonalne do napięć jonizacji,
c) moce maszyn proporcjonalne do mocy przenoszonej przez linię, napięcia równe,
d) moce maszyn proporcjonalne do kwadratu napięcia linii, napięcia proporcjonalne do napięć jonizacji.

Wyniki obliczeń zestawione są w tablicy I.

Tablica I

	n	2	3	4	5
$\frac{P_n}{P_1}$	a	1,08	1,11	1,12	1,13
	b	1,15	1,24	1,28	1,33
	c	1,26	1,37	1,42	1,46
	d	1,31	1,66	2,02	2,33

K. POCHOP (Czechosłowacja). **Prosty sposób przybliżonego obliczania elektrycznego linii przesyłowych** [13]

Autor podaje prosty sposób przybliżonego obliczania elektrycznego linii przesyłowych, opartego na wykresie napięć i strat napięć w linii. Przy pomocy wykresu można — dla różnych napięć, różnych przekrojów i odległości przewodów — obliczyć:

a) moc, którą można przesłać przy określonym spadku napięcia,

b) moc, którą można przesłać przy określonym natężeniu prądu,

c) moc, którą można przesłać przy określonej stracie mocy.

Rys. 23 przedstawia wykres napięć i strat napięć w linii.

Dla danego przekroju przewodu i danej odległości międzyprzewodowej kąt β jest stały. Zakładając spadek napięcia ΔE_R możemy określić wartość charakterystyczną dla danej linii

$$P_{kVA} \cdot l_{km} = \frac{\Delta E_R}{100\, R_{km}} E_k^2 \cdot 1000,$$

gdzie E_k — napięcie na końcu linii w kV.
R_{km} — oporność czynna przewodów na kilometr i fazę w Ω,
l_{km} — długość linii w km,
P_{kVA} — moc przesyłana w kVA.

Referat zawiera wykresy dla przewodów miedzianych o przekrojach 4—120 mm² i dla odległości przewodów 25

do 400 cm. Przy użyciu paska papieru z podziałką, różną dla różnych napięć, odczytuje się wartość $P_{\mathrm{kVA}} \cdot l_{\mathrm{km}}$ od razu.

Procentowa strata energii przy przesyłaniu mocy P_{kVA} wynosi

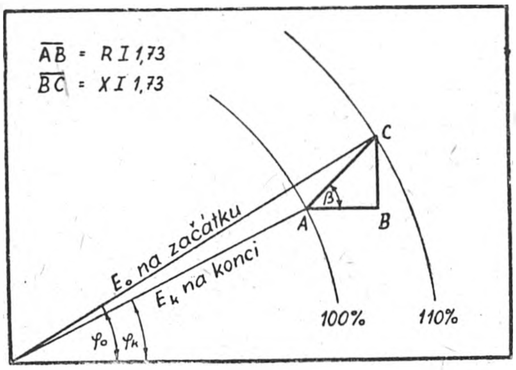
$$\frac{P_{\mathrm{kVA}} \cdot l_{\mathrm{km}} \cdot R_{\mathrm{km}}}{10 \cos\varphi\, E^2} = \frac{P_{\mathrm{kVA}} \cdot l_{\mathrm{km}}}{10 \cos\varphi} \cdot A\ (\%),$$

gdzie $A = \frac{R_{\mathrm{km}}}{E^2}$.

Wartości A są podane na wykresie.

C. PRAMAGGIORE (Włochy). Rozważania techniczne na temat wysokogórskiej linii na 220 kV [14]

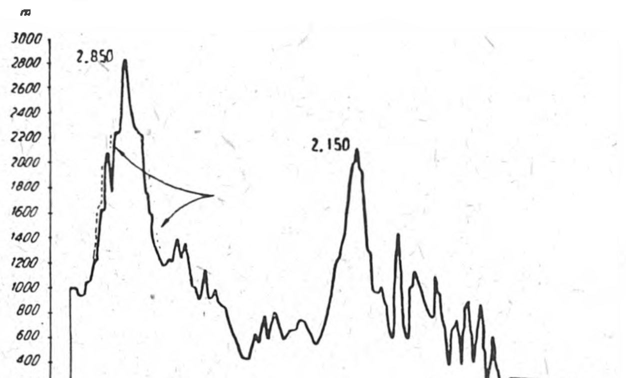
W 1948 r. została uruchomiona we Włoszech linia na 220 kV Sluderno — Cesano Maderno o długości 196 km. Linia ta jest typową linią wysokogórską. Największa wy-



Rys. 23. Wykres napięć w linii

sokość wzdłuż trasy linii wynosi 2850 m, 5 km linii przebiega na wysokości ponad 2500 m, 20 km linii — ponad 2000 m i 35 km linii — ponad 1500 m. Na długości 30 km linia biegnie przez tereny o częstych lawinach. Rys. 24 przedstawia profil linii.

Przewód roboczy stalowo-aluminiowy, wykonany z 19 drutów stalowych o wytrzymałości 130 kg/mm² i średnicy 2,3 mm oraz 12 + 18 = 30 drutów aluminiowych o średnicy



Rys. 24. Profil linii Sluderno — Cesano Maderno
Strzałki wskazują miejsca lawinowe

3,85 mm. Łączny przekrój wynosi 428 mm². Średnica zewnętrzna przewodu 26,9 mm, siła zrywająca > 14 200 kg.

Przewód odgromowy wykonany jest jak rdzeń przewodu roboczego. W przęsłach o znacznej rozpiętości oraz w terenach o szczególnie dużych obciążeniach sadziowych zastosowano przewody wzmocnione ze stali o wytrzymałości 160 — 180 kg/mm². Przekrój przewodów stalowo-aluminiowych 508 mm².

Linia została podzielona do obliczeń mechanicznych na cztery działy zależnie od warunków klimatycznych. Obliczenia przeprowadzono przy następujących założeniach.

A. Przęsła nizinne:
1) wiatr 130 km/godz., — 20°C,
2) wiatr 65 km/godz. na przewody z sadzią o grubości 12 mm, — 20°C,
3) obciążenie sadzią 2 kg/m, 0°C.

B. Przęsła w dolinach (700—800 i 1600—1800 m): jak A, przy temperaturze — 30°C.

C. Przęsła górskie (do 2400 m):
1) wiatr 150 km/godz., — 30°C,
2) wiatr 75 km/godz. na przewody z sadzią o grubości 16 mm, — 30°C,
3) — 5°C, bez wiatru, obciążenie sadzią 5 kg na metr przewodów roboczych i 4 kg na metr przewodów odgromowych.

D. Przęsła w okręgu szczytu Stelvio:
1) wiatr 150 km/godz., — 35°C,
2) wiatr 75 km/godz. na przewody z sadzią o grubości 16 mm, — 35°C,
3) obciążenie sadzią 5 kg na metr przewodu roboczego i 4 kg na metr przewodu odgromowego, —35°C,
4) obciążenie sadzią 8 kg na metr przewodu roboczego i 5 kg na metr przewodu odgromowego, —5°C.

Na linii zastosowano izolatory kołpakowe o średnicy 255 i 280 mm. Łańcuchy izolatorów są zaopatrzone w górne i dolne pierścienie ochronne. Liczba izolatorów w łańcuchu wiszącym wynosi normalnie 16 szt. (wytrzymałość mechaniczna 5 t), w łańcuchu odciągowym 2×18 szt. (wytrzymałość mechaniczna 7,5 t). Na każde 500 m wysokości ponad 1100 m dodawano po 1 izolatorze do łańcucha.

Przewody robocze są zaopatrzone w urządzenia przeciwdrganiowe typu „armor rods".

Rys. 25 przedstawia szkic słupa, stosowanego w odcinku nizinnym linii. Linia posiada na tym odcinku tylko jeden przewód odgromowy. W terenach górskich zastosowano płaski układ przewodów z dwoma przewodami odgromowymi. Rys. 26 podaje szkic takiego słupa. Liczba słupów na całej trasie wynosi 619. Średnia rozpiętość wynosi 316 m, rozpiętość najmniejsza — 141 m, rozpiętość największa — 790 m. Fundamenty typowe — betonowe, oddzielne dla każdej nogi słupa. W przypadkach szczególnych stosowano fundamenty zbrojone oraz specjalne fundamenty głębokie, w których konstrukcje stalowe były umieszczone w rurach eternitowych, wypełnionych betonem.

R. S. SIVIOUR i K. L. MAY (W. Brytania). Tendencje brytyjskie w budowie sieci rozdzielczych wysokiego napięcia [15]

Referat omawia brytyjskie przepisy budowy linii elektrycznych od ich powstania (1907) do projektu nowelizacji aktualnych przepisów, w odniesieniu do sieci rozdzielczych (do 66 kV). Przepisy brytyjskie są mało rygorystyczne i pozwalają na wielką dowolność rozwiązań konstrukcyjnych z zastrzeżeniem zachowania współczynników bezpieczeństwa. Analiza przepisów w okresie 1907—1949 pozwala stwierdzić, że tendencje brytyjskie idą w kierunku złagodzenia przepisów. Projekt przepisów przewiduje nawet stosowanie słupów stalowych nieuziemianych.

G. SILVA, przewodniczący Komitetu (Włochy). Sprawozdanie Międzynarodowego Komitetu technicznego obliczania mechanicznego linii napowietrznych [16]

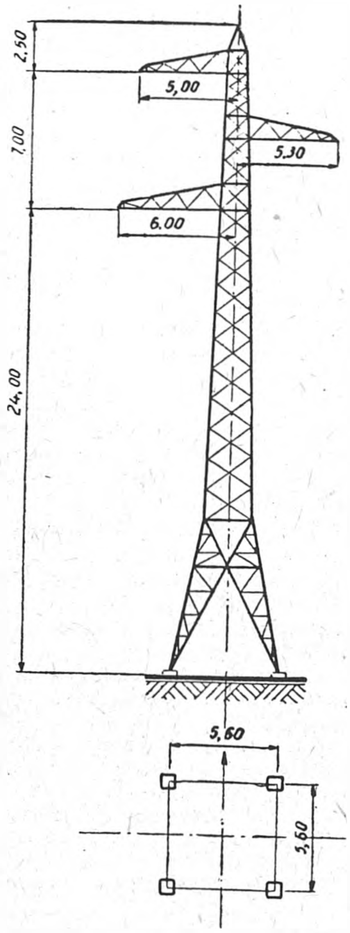
Komitet opracował, na wniosek Polskiego Komitetu Wielkich Sieci Elektrycznych*), odpowiedź na ankietę Polskiego Komitetu w sprawie zmian zwisów przewodów linii napowietrznych po zakończeniu montażu. Zagadnienie było dyskutowane na sesji Komitetu w Brukseli i zostało przekazane Polskiemu Komitetowi Wielkich Sieci we wrześniu 1949 r.

Komitet jest w trakcie opracowywania zagadnienia doboru wartości naprężenia zastosowanego, zagadnienia na-

*) W marcu 1949 Polski Komitet Wielkich Sieci rozesłał za pośrednictwem CIGRÉ do wszystkich komitetów krajowych CIGRÉ ankietę w sprawie danych, dotyczących zjawiska trwałej zmiany zwisów przewodów, ich przyczyn oraz zastosowanych środków zaradczych. Odpowiedzi na ankietę wykorzystano w zgłoszonym przez Główny Instytut Elektrotechniki referacie nr 206 (ob. Przegl. Elektr., 1950, z. 9/10/11, str. 431).

głego odciążania przewodów. Zestawienie porównawcze przepisów na linie napowietrze, wyniki badań nad spawaniem drutów aluminiowych i aldrejowych oraz zestawienie stanu obecnego zagadnienia drgań przewodów zostały zgłoszone na bieżącej sesji CIGRÉ.

Członkowie Komitetu otrzymali opracowane wewnętrzne referaty na temat ochrony linii przewodami odgromowymi



Rys. 25. Szkic słupa przelotowego linii na 220 kV (3760 kg)

stalowymi oraz na temat szczegółów budowy linii na 380 kV w Szwecji.

E. RICHARD (Francja). Analiza kosztów materiałów do budowy linii [17]

Technika budowy linii przesyłowych na 225 kV w okresie od powstania pierwszych linii do dziś, w okresie 25-letnim, doznała poważnej ewolucji. Złożyły się na to: poprawa własności materiałów, postęp w metodach obliczania linii w wyniku licznych badań doświadczalnych na modelach oraz na podstawie eksploatacji i postęp w metodach produkcji materiałów konstrukcyjnych oraz ulepszenie sprzętu montażowego. W okresie tym powiększano stale średnią rozpiętość przęsła, zastosowano przewody złożone (stalowo-aluminiowe i stalowo-aldrejowe), zmniejszono znacznie średnią wagę materiałów na 1 km linii i objętość fundamentów betonowych (przez powiększenie rozstawienia nóg słupa) powiększono odporność linii na uderzenia pioruna.

Referat ma na celu przedstawienie zależności kosztu nowoczesnych rozwiązań konstrukcyjnych linii bardzo wysokich napięć od kosztów materiałów. Koszty te zależne są od przyjętych założeń obliczeniowych. I tak np. w warunkach francuskich przyjęcie do obliczeń siły wiatru zmniejszonej o połowę pozwoliłoby na zmniejszenie ciężaru słupów o 16—18%, przez co koszt ogólny linii zmniejszyłby się o 7—9%. Podobnie wielki jest wpływ wartości ciężaru sadzi: przyjęcie ciężaru 2 kg/m.b. podwyższa koszt linii w porównaniu z obliczeniem bez sadzi o 3%, przy ciężarze sadzi 5 kg/m.b. koszt wzrasta o 20%. Podobny wpływ mają wartości odległości przewodów od obiektów krzyżowania.

Liczby te wskazują wyraźnie, że należy poważnie zastanowić się, czy nie trzeba nowelizować przepisów.

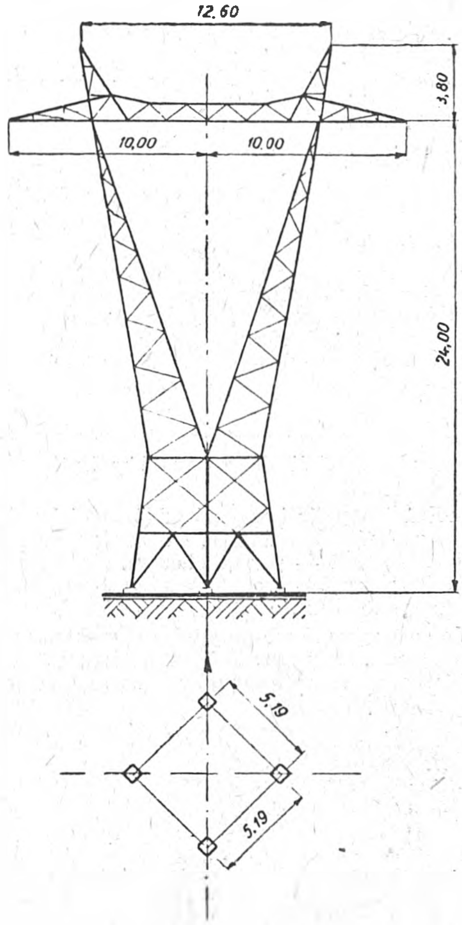
Koszt linii można przedstawić w postaci

$$K = A + BU + CS,$$

gdzie A, B, C — stałe,
U — napięcie linii,
S — przekrój przewodów.

Autor przyjmuje dla porównania — jako jednostkę wartości — koszt 1 godziny pracy wykwalifikowanego robotnika w przemyśle budowlanym wraz z obciążeniami socjalnymi. Dla warunków francuskich wzór ma postać 6120 + 32,4 U + 252,2 S; dla linii 225-kilowoltowej o przewodach stalowo-aluminiowych o przekroju 411 mm² koszt 1 km wynosi 23 500 godz. pracy.

Koszt linii można przedstawić również w innej postaci, uwzględniając koszty stali, aluminium, izolatorów, warto-



Rys. 26. Szkic słupa przelotowego linii na 220 kV

ści odszkodowań i samego montażu. Wartości poszczególnych kosztów dla omawianej linii wynoszą w godzinach pracy:

odszkodowania	a_f =	1 060 godz.
montaż	b =	11 000 „
stal	c =	5 850 „
aluminium	d =	4 030 „
izolatory	e =	1 080 „

Dla porównania z kosztami w innych krajach autor wprowadza wartości:
S_f — koszt 1 t stali we Francji w godzinach pracy,
A_f — „ 1 t aluminium we Francji w godzinach pracy,
I_f — „ 1 izolatora we Francji w godzinach pracy,
r_f — współczynnik pracy, we Francji $r_f = 1$,
oraz odpowiednie wartości a_p, r_p, S_p, A_p, I_p, odpowiadające cenom danego kraju.

Wzór otrzymuje wówczas postać:

$$a_p + b\frac{1}{r_p} + c\frac{S_p}{S_f} + d\frac{A_p}{A_f} + e\frac{I_p}{I_f}.$$

Dla omawianej linii 225-kilowoltowej otrzymamy:

$$a_p + \frac{11\,000}{r_p} + 5\,850\,\frac{S_p}{123} + 4\,030\,\frac{A_p}{1\,000} + 1\,080\,\frac{I_p}{8}.$$

Wartość godziny pracy we fr. fr. waha się w różnych krajach od 125 do 240 fr. fr. Koszt tony stali waha się od 75 godz. (Kanada) do 480 godz. (Finlandia), koszt tony aluminium od 360 godz. (Kanada) do 1000 godz. (Francja, Włochy), koszt 1 izolatora od 2,45 godz. (Kanada) do 8 godz. (kraje europejskie). Współczynnik pracy w Kanadzie, dzięki mechanizacji, przyjmuje się równy 2. Łącznie koszt 1 km linii 225-kilowoltowej w krajach europejskich wynosi od 21000 do 26000 godz. pracy (w Kanadzie 11000 godz.).

W dalszej części referatu autor omawia bardziej szczegółowo wpływ rozwiązań konstrukcyjnych elementów linii (słupy, fundamenty, przewody, izolatory) na koszt ogólny.

E. RICHARD (Francja). Wyniki ankiety międzynarodowej na temat zasad obliczania przewodów linii napowietrznych oraz przepisowych odległości [18]

Na początku 1948 r. została rozesłana przez Sekretariat CIGRÉ ankieta na temat zasad obliczania przewodów linii napowietrznych bardzo wysokiego napięcia i przepisowych odległości przewodów od ziemi i objektów. Referat zawiera zestawienie wyników ankiety.

A. Własności przewodów

1. Siła zrywająca. Wszystkie przepisy rozróżniają sumę sił zrywających poszczególnych żył przewodu i siłę zrywającą cały przewód. Dla otrzymania wartości siły zrywającej przewód należy sumę sił zrywających pomnożyć przez współczynnik, wynoszący wg przepisów różnych krajów od 0,85 do 0,9. Współczynnik ten zależy od skoku skrętu przewodu i wartości wydłużeń przy zerwaniu.

2. Moduł sprężystości. Wiele przepisów podaje wzór na obliczenie wypadkowego modułu sprężystości złożonego przewodu:

$$E = \frac{E_1 S_1 + E_2 S_2}{S},$$

gdzie E — moduł sprężystości złożonego przewodu,
E_1 — moduł sprężystości materiału I,
S_1 — przekrój materiału I,
E_2 — moduł sprężystości materiału II,
S_2 — przekrój materiału II,
S — przekrój łączny przewodu.

Wzór ten oparty jest na założeniu proporcjonalności wydłużeń do naprężeń w obu materiałach złożonego przewodu. W niektórych krajach oblicza się E z tego wzoru, wstawiając jednak wartości E_1 i E_2 zmniejszone w porównaniu z wynikami pomiarów modułów poszczególnych żył.

Wartości modułów sprężystości dla aluminium i stali przyjmowane do obliczeń są różne w poszczególnych krajach. W Stanach Zjednoczonych moduł sprężystości wyznacza się często wykreślnie z pomiarów. Rozróżnia się moduł początkowy — dla materiału, który nie podlegał jeszcze naprężeniom, oraz moduł końcowy — po naprężeniu przewodu. Wartości przyjmowane w USA wynoszą:

	E pocz.	E końc.
aluminium	3520	6320
stal	19350	20400.

Różnice pomiędzy modułem początkowym i końcowym są wywołane wydłużeniem trwałym przewodu. Wartość tego wydłużenia ma wielki wpływ na zmianę zwisów linii napowietrznych. Dla uniknięcia zmian zwisów można przewody naprężać wstępnie, aby materiał uzyskał moduł końcowy, albo też teoretycznie obliczać naprężenie montażowe (z wykresu naprężenie-wydłużenie lub z wartości modułów początkowych i końcowych), bądź wreszcie zmniejszać zwisy o określony procent.

3. Współczynnik wydłużenia cieplnego oblicza się dla przewodów złożonych ze wzoru:

$$\alpha = \frac{\alpha_{st} E_{st} S_{st} + \alpha_{al} E_{al} S_{al}}{E S},$$

gdzie α_{st} — współczynnik wydłużenia cieplnego stali,
α_{al} — „ „ „ aluminium,
E_{st} — moduł sprężystości stali,
E_{al} — „ „ aluminium,
E — „ „ przewodu,
S_{st} — przekrój stali,
S_{al} — „ aluminium,
S — „ całego przewodu.

4. Granica sprężystości. Przepisy różnych krajów definiują granicę sprężystości w sposób różny określając granicę sprężystości jako naprężenie, powyżej którego krzywa odkształceń przestaje być linią prostą, bądź też jako to naprężenie, które — raz osiągnięte i zmniejszone następnie do zera — pozostawia wydłużenie trwałe nie przekraczające określonej wartości.

B. Założenia do obliczeń przewodów

1. Temperatura. Przepisy różnych krajów przyjmują różne wartości graniczne wahań temperatury. Zakres wahań wynosi od —50° do +50°C.

2. Wiatr. Istnieją trzy założenia:

1) wiatr letni, przy średniej temperaturze okolicy,

2) wiatr zimowy, o sile mniejszej niż letni, przy temperaturze poniżej zera,

3) wiatr działający na przewody z sadzią przy temperaturze od 0 do —5°C.

Parcie wiatru, przyjęte do obliczeń w różnych krajach, waha się najczęściej w granicach 70—125 kg/m². Niektóre kraje podwyższają te wartości przy wysokościach przekraczających 40—50 m.

Współczynnik zmniejszający siłę działania wiatru, wiejącego na przewód cylindryczny, wynosi od 0,50 do 0,62.

Siła wypadkowa wiatru działającego na przewód w przęśle jest mniejsza od iloczynu długości przęsła przez siłę działającą na metr bieżący przewodu. Badania przeprowadzone na szwedzkiej linii 220-kilowoltowej potwierdziły, że rzeczywiste wychylenia przewodów są znacznie mniejsze od obliczonych, co wskazuje na fakt, że szerokość czoła wiatru jest mniejsza od rozpiętości przęsła. Największe prędkości wiatru stwierdzono doświadczalnie w Stanach Zjednoczonych na Mont Washington — 107 m/s. Pomiary na szczycie wieży Eiffla w Paryżu wykazały, że prędkości wiatru nie przekraczają 30 m/s.

3. Sadź. Grubość sadzi na przewodach jest według przepisów różnych krajów stała lub zależna od średnicy. W normalnych warunkach obciążenie sadziowe przyjmowane jest nie większe niż 2 kg/m. b., w warunkach specjalnych — do 12 kg/m. b.

4. Współczynnik bezpieczeństwa przewodu. Największe dopuszczalne naprężenie przewodu określa się w procentach naprężenia zrywającego. Wartość naprężenia dopuszczalnego waha się wg rozmaitych przepisów od 33 do 70% naprężenia zrywającego.

Na podstawie statystyki można określić prawdopodobieństwo wystąpienia pewnych wartości obciążeń dodatkowych (wiatr, sadź) i można ustalić trzy kategorie stanów:

1) stan z prawdopodobieństwem 50%, przy którym obciążenie największe wynosi np. 30% naprężenia zrywającego i naprężenie aluminium nie przekracza 6 kg/mm²,

2) stan z prawdopodobieństwem 1%, przy którym obciążenie największe wynosi 50% i naprężenie aluminium nie przekracza 10 kg/mm²,

3) stan z prawdopodobieństwem 1/100000, przy którym obciążenie wynosi 70% i naprężenie aluminium nie przekracza 13 kg/mm².

Statystyka taka miałaby ogromne znaczenie dla doboru właściwych wartości parametrów.

Autor podaje dla przykładu obliczone według rozmaitych przepisów naprężenia dla przewodu w temperaturze 15°C.

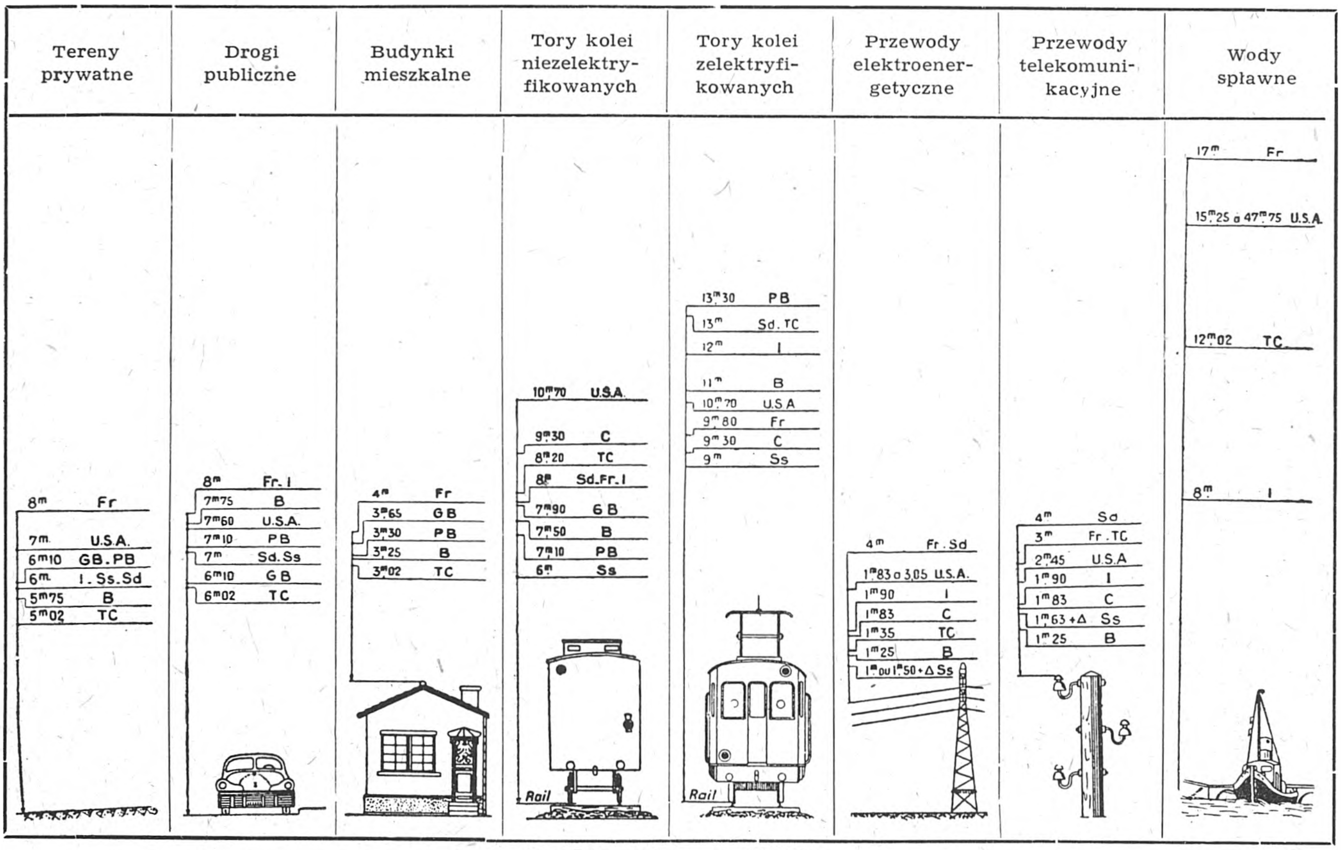
C. Skrzyżowania

Rys. 27 i 28 podają zestawienie wymaganych przez przepisy różnych krajów odległości przewodów linii na 63 i 225 kV od objektów krzyżowanych.

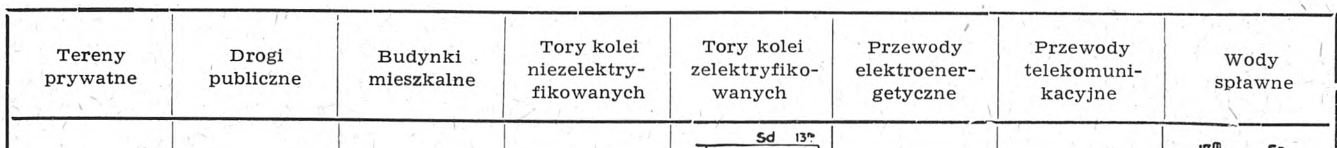
K. POCHOP (Czechosłowacja). Określenie zmiany naprężeń i zwisów zawieszonego przewodu przy zmianie modułu sprężystości przewodu [19]

Autor podaje rozwinięcie swojej metody wykreślnej wyznaczania zwisów i naprężeń przewodów, opisanej w referacie nr 223 CIGRÉ, 1948 (ob. Przegl. Elektr. 1949, zesz. 9, str. 260 oraz Sprawozdanie z XII Sesji MKWSE, str. 32).

Wyniki eksploatacji stwierdzają, że zwisy przewodów po pewnym czasie pracy linii mają przy tej samej tempe-



Rys. 27. Linie na 63 kV



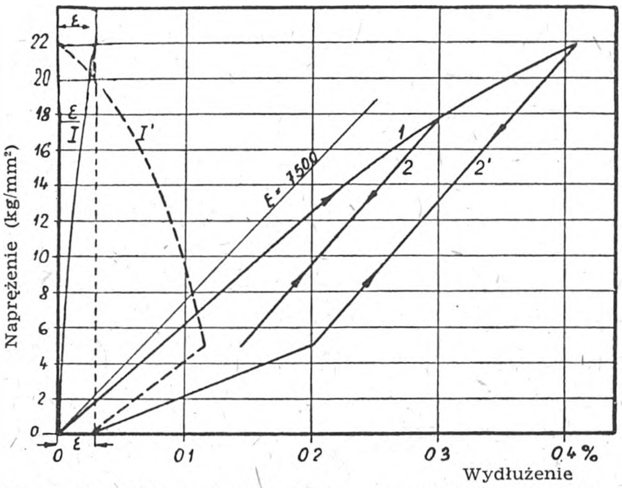
Rys. 28. Linie na 220 kV

Rys. 27 — 28. Wymagane przez przepisy najmniejsze pionowe odległości przewodów od przedmiotów krzyżowanych

OZNACZENIA

Fr — Francja
GB — Wielka Brytania
PB — Holandia
I — Włochy
Ss — Szwajcaria
Sd — Szwecja
B — Belgia
TC — Czechosłowacja
C — Kanada
U.S.A. — St. Zjedn. Ameryki

raturze większe wartości. Przyczyna zjawiska polega na tym, że przewód po poddaniu większemu naprężeniu od naprężenia, jakiemu podlegał w czasie montażu, uzyskuje wydłużenie trwałe. Rys. 29 przedstawia wykres naprężenie-wydłużenie przewodu, podany po raz pierwszy przez Varney'a (Graphic method for sag tension calculation, 1927). Przewód naprężony po raz pierwszy powiększa swe wydłużenie wzdłuż krzywej *1*. Przy zmniejszaniu naprę-

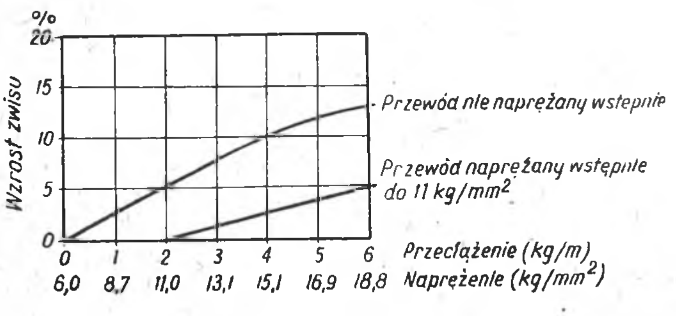


Rys. 29. Wykres naprężenie — wydłużenie przewodu stalowo-aluminiowego

żenia zjawisko przebiega wzdłuż krzywej *2*. Jeśli przewód w czasie pracy linii pod wpływem czynników zewnętrznych (wiatr, mróz, sadź) otrzyma większe naprężenie, to zmiany wydłużeń w funkcji naprężeń zachodzić będą wzdłuż górnej części krzywej *1* i wzdłuż krzywej *2'*. Przy zmniejszeniu naprężenia do zera widzimy, że przewód uzyskał wydłużenie trwałe ε. Znając przebieg krzywej naprężenie-wydłużenie przewodu można korzystać z metody wykreślnej autora, należy tylko do równania stanu zamiast modułu sprężystości E wstawić $E' = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}$ (tangens kąta nachylenia linii *2'*) i uwzględnić zmianę temperatury Θ, dla której zwis przewodu jest równy zwisowi przy największym naprężeniu przewodu (wg przepisów polskich sadź lub mróz).

Autor podaje przykłady liczbowe oraz porównanie obliczeń analitycznych i wyników, otrzymanych przy posługiwaniu się metodą wykreślną.

Autor przeprowadza obliczenia zmian zwisów przewodów, które nie były w czasie montażu naprężane do war-



Rys. 30. Wzrost zwisu przewodu stalowo-aluminiowego o przekroju 350 mm², naprężanego i nie naprężanego wstępnie, w funkcji wartości obciążenia dodatkowego

tości naprężenia zastosowanego, oraz obliczenia zmian zwisów przewodów, naprężanych wstępnie w czasie montażu do wartości naprężenia zastosowanego w funkcji dodatkowych obciążeń sadzią. Zestawienie obliczeń podane jest na rys. 30.

Z rysunku widać, że wstępne naprężanie przewodu w czasie montażu znacznie zmniejsza zmiany zwisów w czasie eksploatacji linii.

M. VIDMAR (Jugosławia). Przewody aluminiowe bez wzmocnienia mechanicznego [20]

Aluminium stanowi dziś najbardziej rozpowszechniony materiał przewodowy w liniach przesyłowych. W porównaniu z miedzią aluminium posiada ciężar właściwy 3,3-krotnie mniejszy; pomimo 1,7-krotnie mniejszej przewodności ciężar przewodu aluminiowego o równoważnej przewodności jest 1,94-krotnie mniejszy. Średnica przewodu aluminiowego o równoważnej przewodności jest w porównaniu z przewodem miedzianym 1,3-krotnie większa, co stanowi niewątpliwą zaletę ze względu na ulot.

Przewód aluminiowy uważany jest dziś za „mniej pewny" od przewodu miedzianego ze względu na własności wytrzymałościowe aluminium. Przekonanie to doprowadziło do rozwoju konstrukcji przewodów aluminiowych wzmocnionych mechanicznie, przewodów stalowo-aluminiowych.

Autor twierdzi, że przekonanie to nie jest uzasadnione i oparte jest na częściowo błędnych zasadach porównania. Dla porównania przewodów należy wprowadzić pojęcie przekroju równoważnego pod względem mechanicznym (zamiast stosowanego przekroju równoważnego pod względem elektrycznym). Przy równoważnych przekrojach przewody miedziane i aluminiowe w przęsłach równej długości będą miały równe ciężary. Przy równych zwisach aluminium będzie 3,3-krotnie mniej naprężone (wg. VDE naprężenie dopuszczalne dla przewodów miedzianych wynosi 19 kg/mm², dla przewodów aluminiowych 8 kg/mm²). Siły wywierane przez przewody na słupy odporowe i krańcowe będą w tych warunkach równe. Straty energii będą w przewodach aluminiowych prawie dwukrotnie mniejsze.

Na podstawie porównania autor stwierdza, że przewód aluminiowy nie jest pod żadnym względem gorszy od przewodu miedzianego.

CABANES, ALRAN, LAGOUTTE, MARTINET, RAIMBAULT (Francja). Praca linii napowietrznych pod napięciem wyższym od napięcia, na które linie te zostały wybudowane [21]

Szybki rozwój sieci elektrycznych wymaga często tworzenia nowych wielkich arterii na trasie istniejących już linii, pracujących pod napięciem niższym od napięcia projektowanej linii przesyłowej. Wykorzystanie istniejących linii do pracy pod wyższym napięciem bez większych zmian konstrukcyjnych może dać ogromne korzyści ekonomiczne i znaczne przyśpieszenie realizacji przesyłu energii.

Referat omawia wyniki eksploatacji 2 francuskich linii na 110 kV, o łącznej długości 118 km, pracujących pod napięciem 150 kV, oraz 3 francuskich linii na 150 kV, o łącznej długości 326 km, pracujących pod napięciem 220 kV.

Przy przejściu do pracy pod wyższym napięciem wynikła potrzeba zmian konstrukcyjnych niewielu tylko słupów specjalnych. Wyniki eksploatacji wykazały, że pewna część francuskich linii na 110 i 150 kV może pracować pod napięciem 150 wzgl. 220 kV bez zmiany wielkości izolacji i odległości przewodów od konstrukcji. Zastosowanie samoczynnego ponownego włączania praktycznie znosi skutki ewentualnych zakłóceń, pochodzących od linii napowietrznej.

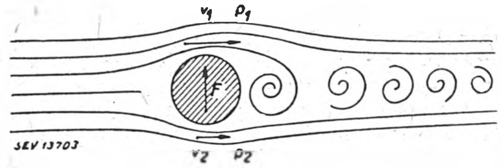
Autorzy zwracają uwagę, że przy projektowaniu nowych linii przesyłowych należy zastanowić się, czy nie trzeba zmniejszyć izolacji i odległości przewodów od konstrukcji. Ryzyko zmniejszenia izolacji i odległości przewodów od konstrukcji jest bardzo małe, natomiast korzyści gospodarcze są znaczne.

M. PREISWERK i G. DASSETTO (Międzynarodowy Komitet Techn. CIGRÉ, nr 6). Drgania przewodów o małej amplitudzie [22]

Linie napowietrzne, niezależnie od materiału przewodowego, podlegają drganiu przewodów. Drgania te powodują dodatkowe naprężenia materiału przewodowego i jego zmęczenie, co prowadzi do uszkodzeń przewodów. Zjawisko to jest znane od dawna i od dawna jest studiowane. Jest to zjawisko złożone i zależy od wielu czynników. Jako najważniejsze z nich można wymienić: a) wiatr, b) temperaturę i warunki atmosferyczne, c) ukształtowanie terenu, d) kierunek trasy, e) rodzaj konstrukcji wsporczych (typ słupów, rozmieszczenie słupów odporowych, obecność prze-

wodów odgromowych), f) typ zacisków, g) konstrukcję przewodu, układ przewodów i naprężenie zastosowane.

Studia nad zjawiskiem drgań przewodów były prowadzone na liniach pod napięciem i bez napięcia. Głównymi aparatami pomiarowymi, służącymi do badań, są rejestratory okresu trwania drgań i liczniki drgań. Rejestratory okresu trwania drgań są to przyrządy rejestrujące na tarczach, napędzanych mechanizmem zegarowym, określający czasu, w których przewód podlega drganiom. Liczniki drgań mierzą liczbę drgań przewodu w płaszczyźnie pionowej. Czułość licznika w wykonaniu f-my Jacquet wynosi 0,7 mm, zakres częstotliwości 4 — 50 c/s. Rejestratory i liczniki są montowane bezpośrednio na przewodach.



Rys. 31. Tworzenie się wirów powietrznych

W wyniku długich badań doświadczalnych w laboratoriach i na liniach pracujących, na podstawie studiów teoretycznych, opracowano następującą teorię powstawania drgań.

Wyobraźmy sobie gładki przewód cylindryczny, umieszczony w cieczy, poruszającej się ze stałą prędkością prostopadle do osi przewodu. Tworzenie się za przewodem wirów jest uzależnione od wielkości

$$R = \frac{v \cdot d}{\nu},$$

gdzie v — prędkość przepływu cieczy,
d — średnica przewodu,
ν — lepkość dynamiczna cieczy (dla powietrza przy 15°C i 760 mm Hg $v = 0{,}144$ cm/s).

Wiry powstają, gdy wielkość R, zwana liczbą Reynoldsa, przekroczy określoną wartość. Częstotliwość powstawania wirów (w Hz) wyraża się zależnością:

$$f_\omega = k \cdot \frac{v}{d},$$

gdzie stała k wynosi dla przewodów wielożyłowych w powietrzu 0,185 — 0,210.

Pod wpływem jednostajnie wiejącego wiatru o prędkości 1 do 6 m/s w kierunku prawie prostopadłym do kierunku linii za przewodami tworzą się w regularnych odstępach czasu wiry, których kierunki są kolejno przeciwne. Jak wynika z rys. 31, wir prawoskrętny za przewodem powoduje powiększenie prędkości powietrza nad przewodem i zmniejszenie pod przewodem. Powstała różnica ciśnień daje siłę, skierowaną do góry. W następnym momencie powstaje wir lewoskrętny, wywołujący siłę skierowaną przeciwnie. Siły te nie wystarczają jeszcze do wprowadzenia przewodu w drgania, gdyż rozłożone są przypadkowo wzdłuż przewodu. Jeśli jednak na przestrzeni kilku metrów powstaną rytmiczne impulsy tych sił, rozpocznie się delikatne drganie przewodu. Drgania te z kolei wymuszają synchroniczne powstawanie wirów za przewodem. Zjawisko rozprzestrzenia się drogą fal wędrownych w obu kierunkach. Fale odbite od zacisków powodują dalszy wzrost drgań. Jeśli częstotliwość drgań odpowiada częstotliwości drgań własnych przewodu lub jego harmonicznej, następuje rezonans i powstają znane w eksploatacji fale stojące.

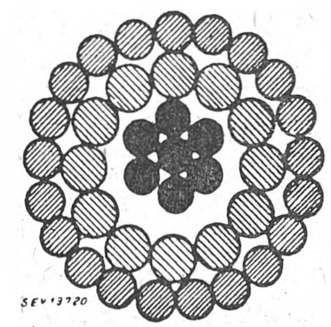
Drgania przewodów doprowadzają do pękania poszczególnych żył lub nawet całego przewodu. Uszkodzenia te powstają w pobliżu zacisków. Przy drganiach materiał przewodu w pobliżu zacisków poddany jest następującym naprężeniom:

a) naprężeniu statycznemu, wywołanemu naciągiem,

b) naprężeniu zginającemu, wywołanemu zwisem przewodu,

c) naprężeniu dynamicznemu wskutek powiększenia długości przewodu drgającego,

d) naprężeniu zginającemu, wywołanemu odkształceniami przewodu, układającego się w kształcie sinusoidy,



Rys. 32. Budowa przewodu niedrgającego

e) naprężeniu, wywołanemu bezwładnością zacisku,

f) naprężeniu, wywołanemu tarciem w osi wahliwego zacisku,

g) naprężeniu, wywołanemu falami biegnącymi,

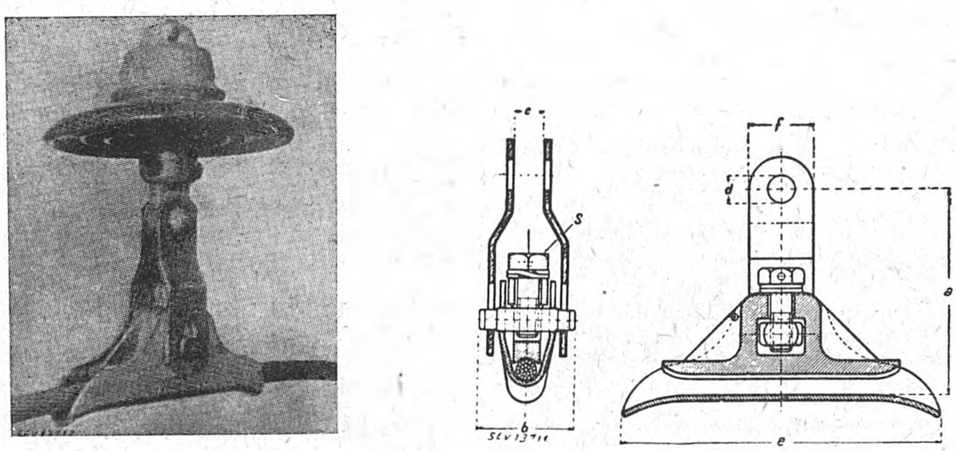
h) naprężeniu, wywołanemu dociśnięciem materiału przewodu w zacisku.

Naprężenia te sumują się i mogą przekroczyć granicę wytrzymałości materiału.

Od wielu lat stosowane są rozmaite urządzenia, mające na celu uniknięcie skutków drgań. Urządzenia te można podzielić na dwie kategorie:

a) urządzenia bierne, mające na celu uniknięcie skutków drgań, nie przeciwdziałające jednak powstawaniu samych drgań; do tej kategorii należą wszystkie urządzenia, mające na celu powiększenie wytrzymałości przewodu w pobliżu zacisku (owinięcie taśmą aluminiową, owinięcie prętami, wzmacniacze prętowe itp.);

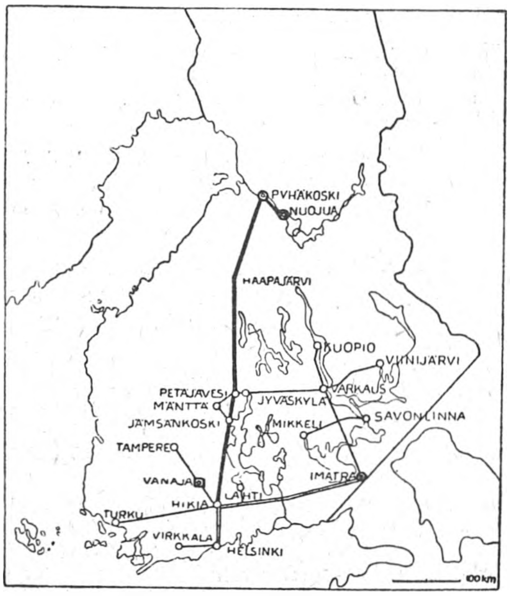
b) urządzenia czynne, mające na celu przeciwdziałanie tworzeniu się drgań; do tej kategorii należą tłumiki (amor-



Rys. 33. Przykład właściwej konstrukcji zacisku

tyzatory) najrozmaitszych typów, jak ciężarkowe, dźwigniowe, pneumatyczne, uderzeniowe, skręcające, oraz konstrukcja przewodu niedrgającego.

Przewód niedrgający (rys. 32) składa się z duszy stalowej i oplotu aluminiowego lub aldrejowego, przy czym mię-



Rys. 34. Układ elektroenergetyczny Finlandii

— Linie na 220 kV
— Linie na 110 kV
═ Linie na 110 kV dwutorowe
Elektrownie parowe
o Podstacje
Elektrownie

zy duszą i oplotem pozostawiona jest wolna przestrzeń 2—3 mm. Obie części przewodu mają różne częstotliwości drgań i rozchodzenie się drgań jest tłumione dzięki interferencji drgań poszczególnych części.

Wiele uwagi poświęcono odpowiedniej konstrukcji zacisku wieszakowego. Dobrze zbudowany zacisk wieszakowy powinien uniemożliwiać tworzenie się węzłów drgań. Dlatego powinien charakteryzować się następującymi właściwościami:

a) łatwością obrotu wokół osi pionowej,

b) małym ciężarem i małym momentem bezwładności,

c) jednostajnym zaciśnięciem przewodu,

d) nie za dużym dociskiem jednostkowym na przewód,

e) częstotliwością drgań różną od częstotliwości drgań przewodu,

f) kształtem, uniemożliwiającym uderzenia przewodu przez zacisk.

Rys. 33 podaje przykładowo właściwe rozwiązanie zacisku, wykonanego ze stopu aluminium.

Właściwe rozwiązanie zacisku przy jednoczesnym doborze odpowiedniego naprężenia przewodu praktycznie zabezpiecza wystarczająco linie napowietrzne od skutków drgań.

Referat zawiera zestawienie literatury zagadnienia drgań przewodów, obejmujące 47 pozycji.

V. AXELSON, L. HARO, M. LAURILA (Finlandia). Linie przesyłowe na 220 i 110 kV w sieci fińskiej [23]

Główne źródła energetyczne Finlandii, jej siły wodne, znajdują się na wschodzie i północy kraju, natomiast ośrodek przemysłu położony jest na południowym zachodzie. Dlatego zagadnienie przesyłania energii na znaczne odległości jest w Finlandii zagadnieniem szczególnej wagi. Rys. 34 podaje układ elektro-energetyczny Finlandii. Linie przesyłowe biegną głównie w kierunku z północy na południe i ze wschodu na zachód. Przebiegają one tereny rzadko zaludnione, błotniste, o małej ilości dróg. Stąd konieczność stosowania możliwie lekkich słupów, łatwych do transportu i jednocześnie przystosowanych do gruntu o małym dopuszczalnym nacisku.

Zgodnie z przepisami fińskimi, słupy dzielą się na 3 kategorie:

1) słupy dla przęseł normalnych,

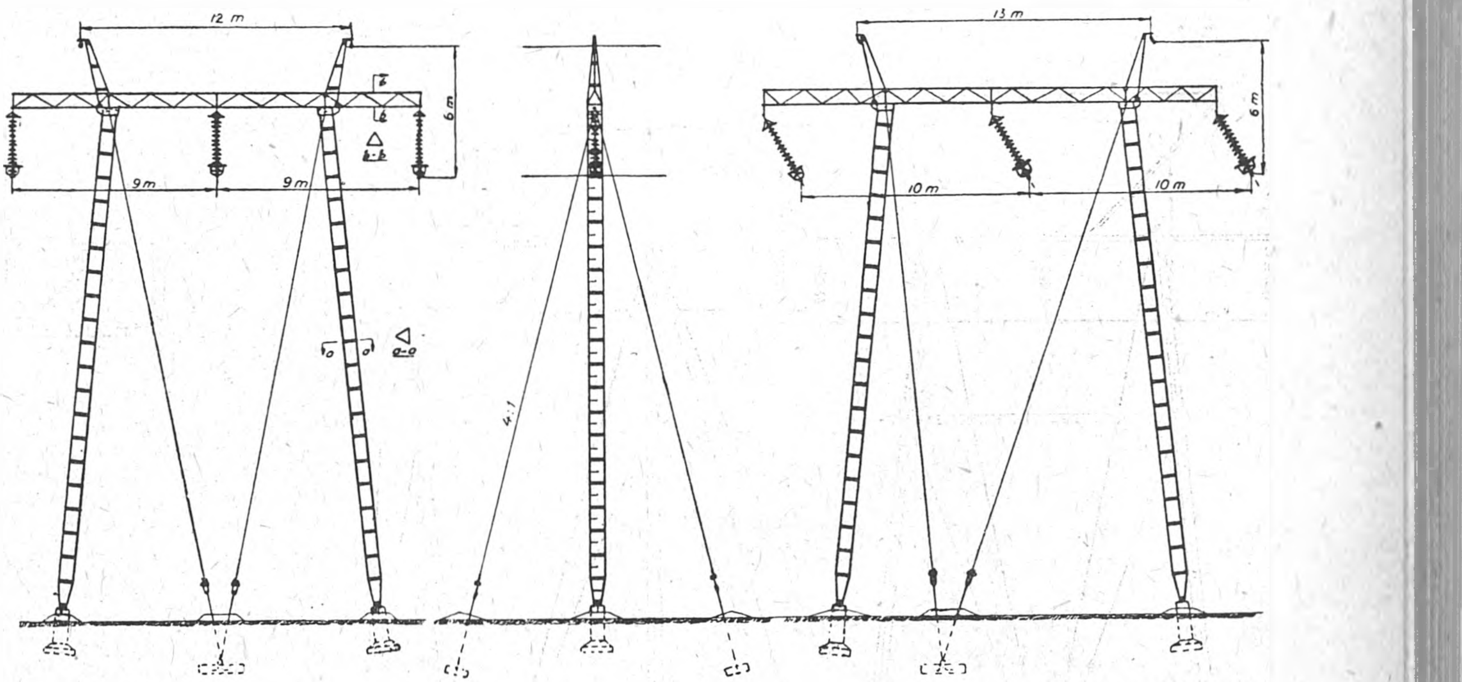
2) słupy dla przęseł z obostrzeniem (skrzyżowanie ważnych dróg, linii telefonicznych i linii niskiego napięcia),

3) słupy dla przęseł z obostrzeniem specjalnym (skrzyżowanie linii kolejowych).

Słupy są obliczane na trzy następujące warunki:

1) stan normalny, bez wiatru i sadzi, temperatura 0°C:

2) przewody z sadzią o grubości w kierunku promienia 2,5 — 3,5 cm, przy ciężarze właściwym 0,5 g/cm³, bez wiatru, 0°C;



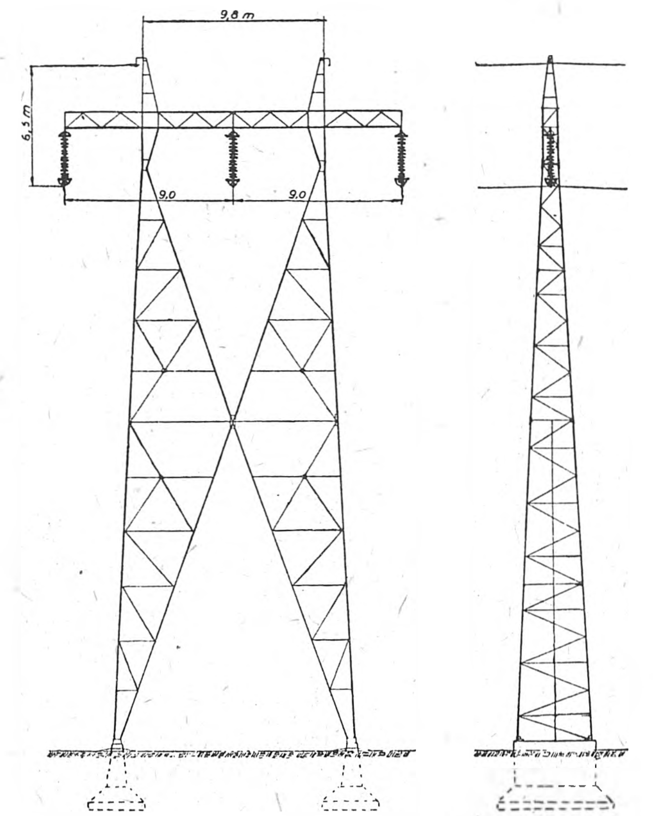
Kąt przewodu 0°—2,5°

Kąt przewodu 5,5°—10°

Rys. 35. Siatka słupa normalnego linii na 220 kV

3) wiatr na słup i przewody jednocześnie 100 — 125 kg/m², przy —20°C.

Słupy przęseł normalnych nie są przy tym obliczane na zerwanie przewodu; słupy dla przęseł z obostrzeniem są



Rys. 36. Siatka słupa specjalnego linii na 220 kV

obliczane na zerwanie jednego przewodu; słupy dla przęseł z obostrzeniem specjalnym — na zerwanie wszystkich przewodów.

Jedyna istniejąca linia 220-kilowoltowa w Finlandii o długości 513 km posiada przewody stalowo-aluminiowe o przekroju 455 mm² i dwa przewody odgromowe po 50 mm². Średnia rozpiętość przęsła wynosi 280 m, rozpiętość największa — 428 m. Słupy są stalowe, typu portalowego, z odciążkami. Załamiania trasy ponad 10° są pokonywane przez podział na kilka załomów.

Rys. 35 przedstawia siatkę słupa normalnego, a rys. 36 siatkę słupa specjalnego linii 220-kilowoltowej. Tabl. II podaje zestawienie średniego zużycia materiału na 1 km linii 220-kilowoltowej.

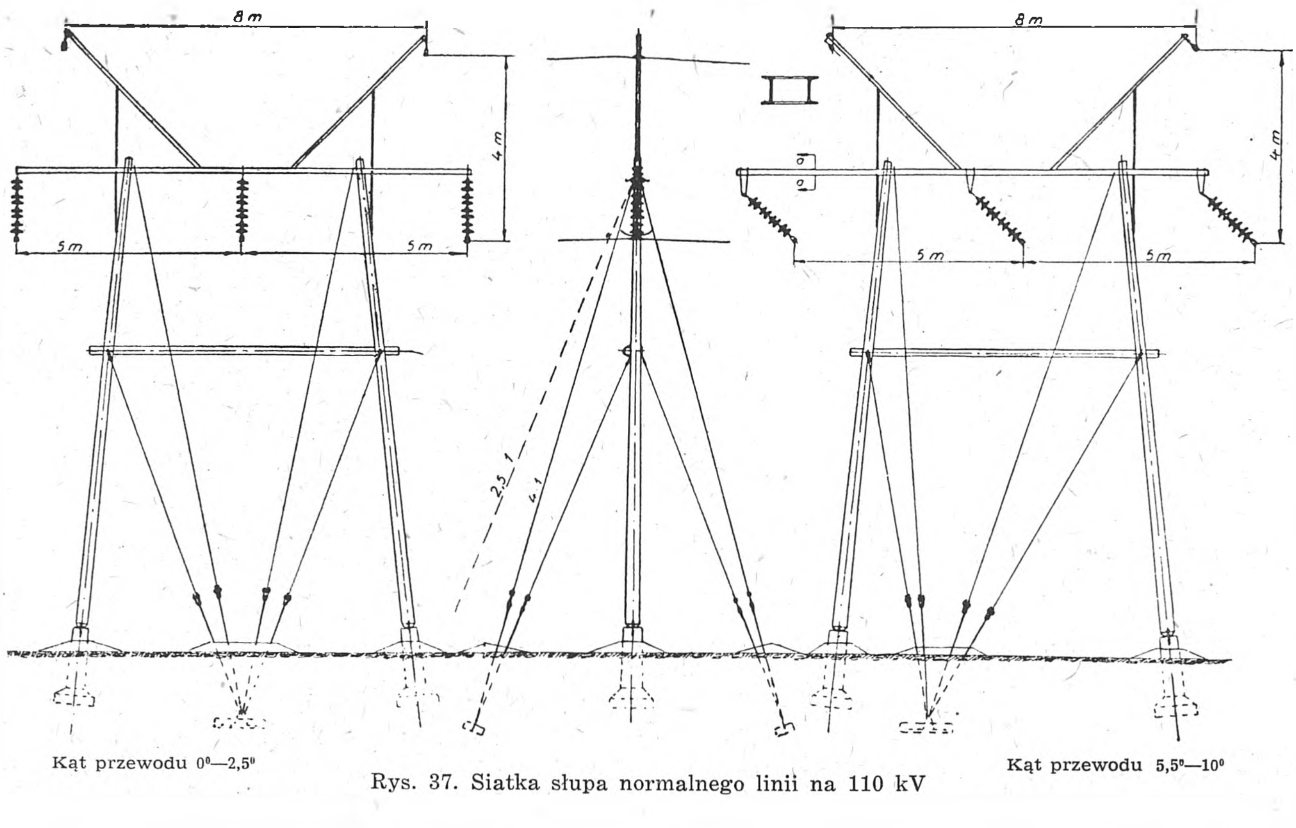
Pierwsze fińskie linie na 110 kV (rok 1929) były wykonane jako dwutorowe o przewodach miedzianych przekroju 95 — 150 mm² na słupach portalowych. Linie później wybudowane posiadają przewody miedziane o przekrojach 70 — 120 mm² i stalowo-aluminiowe 107 — 242 mm². Linie zaopatrzone są w przewody odgromowe. Średnia rozpiętość przęsła wynosi dla różnych linii od 225 do 240 m. Rys. 37 przedstawia typowe słupy linii 110 kilowoltowej, rys. 38 — słup specjalny, rys. 39 — słup w przęśle o obostrzeniu specjalnym, rys. 40 — słup odporowy.

Tablica II

Materiał	Słupy normalne	Linia ze słupami specjalnymi
Konstr. stalowe	10,5 t	11,5 t
Konstr. stalowe fundamentów	0,95 t	1,05 t
Beton	15,4 m³	18,2 m³

Konstrukcje stalowe były dawniej zabezpieczane przez dwukrotne malowanie minią ołowianą i dwukrotne pokrycie farbą. Ostatnio używano wyłącznie farb aluminiowych. Stosuje się również pokrywanie galwaniczne konstrukcji stalowych. Słupy drewniane są nasycane kreozotem pod ciśnieniem.

Linie 110-kilowoltowe w Finlandii są zaopatrzone w 1 lub 2 przewody odgromowe stalowe (wytrzymałość stali 100 — 120 kg/mm², naprężenie zastosowane 15,6 kg/mm²). Przewody robocze miedziane mają naprężenie zastosowane 12 kg/mm² w warunkach normalnych (0°C, bez wiatru i sadzi), przewody stalowo-aluminiowe 6 kg/mm².

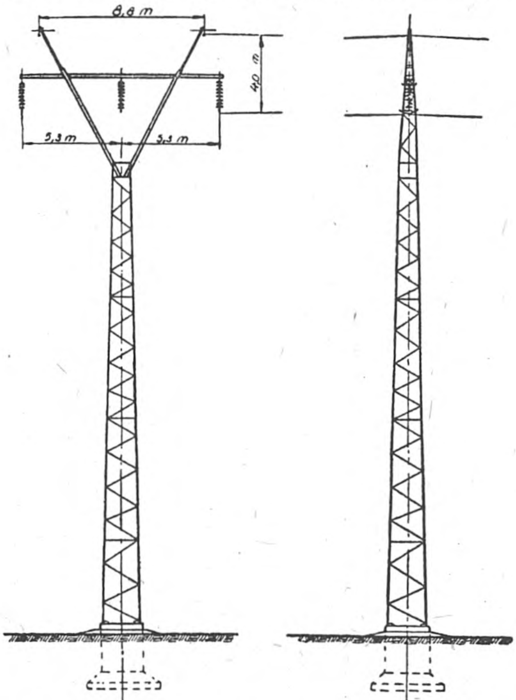


Kąt przewodu 0°—2,5°

Kąt przewodu 5,5°—10°

Rys. 37. Siatka słupa normalnego linii na 110 kV

Obecnie budowane linie na 110 i 220 kV posiadają głównie izolatory typu „Motor", część linii posiada izola-



Rys. 38. Siatka słupa specjalnego linii na 110 kV

tory kołpakowe. Łańcuchy linii 220-kilowoltowych są zaopatrzone w pierścienie ochronne, linie 110-kilowoltowe mają rożki ochronne.

A. MYŚLICKI (Polska, Główny Instytut Elektrotechniki). **Wpływ czasu na zmiany wydłużeń przewodów napowietrznych linii elektrycznych** [24]

(Cały tekst referatu w tłumaczeniu polskim był zamieszczony w Przegl. Elektr., 1950, z. 9/10/11, str. 431—434).

C, CAMINITI (Włochy). **Przejście linii 220-kilowoltowej przez cieśninę Messyńską z uwzględnieniem warunków sejsmicznych i wiatrowych** [25]

Budowa linii elektrycznej, łączącej Sycylię z kontynentem, została zadecydowana w 1939 roku. Początkowo rozważano dwie alternatywy: przejścia napowietrznego i podwodnego. Przejście napowietrzne nie uzyskało aprobaty władz wojskowych, a rozpoczęte studia nad rozwiązaniem kablowym przerwała wojna. Po zakończeniu wojny powrócono do koncepcji przejścia napowietrznego przez cieśninę Messyńską. Opracowano projekt budowy przęsła o rozpiętości 3730 m. Szczegóły projektu zostały podane w referacie prof. Silva na CIGRÉ w 1948.*)

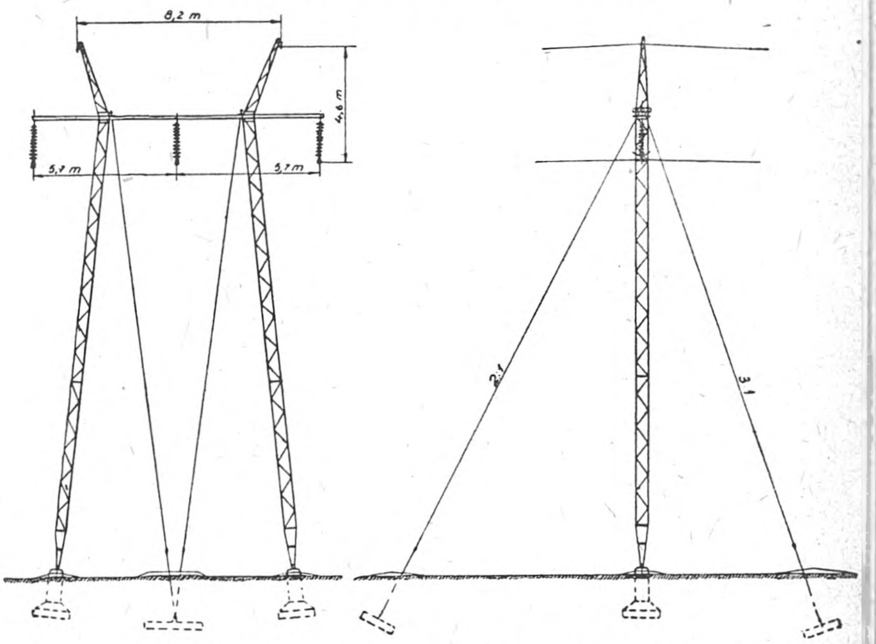
Okolica przejścia linii 220-kilowoltowej przez cieśninę Messyńską jest miejscem nawiedzanym często przez trzęsienia ziemi oraz wyjątkowo silne wiatry. Dlatego zjawiska te musiano szczególnie dokładnie poznać i uwzględnić ich wpływ na budowę przejścia napowietrznego.

Ruchy ziemi na jej powierzchni powstają wskutek nagłych zaburzeń w głębszych warstwach ziemi. Zaburzenie rozchodzi się w ziemi dochodząc zarówno bezpośrednio z ośrodka, jak i przez ruch falowy warstwy wierzchniej. Trzęsienia ziemi w rejonie cieśniny Messyńskiej są szczególnie częste i silne. W przeciągu wielu lat doprowadziły one kilkakrotnie do zniszczenia miast Reggio i Messyna. W wyniku trzęsień ziemi zarejestrowano w tym rejonie nagłe obsunięcia się całych obszarów o 40 — 70 cm.

W rejonie cieśniny Messyńskiej wieją wiatry stałe oraz porywiste, bardzo silne wiatry o kierunkach zmiennych i prędkości, dochodzącej do 150 km/godz.

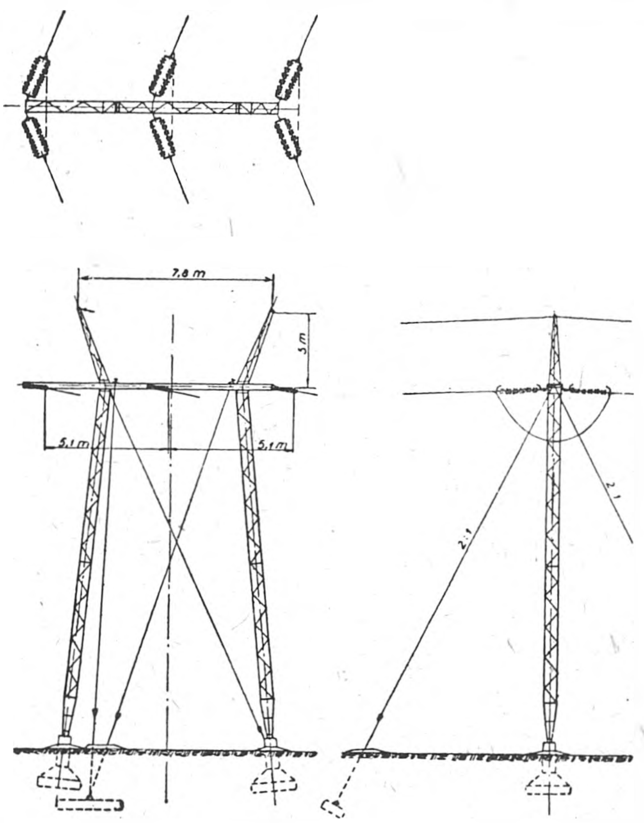
Przewody w przęśle skrzyżowania cieśniny mają być według projektu zamocowane z jednej strony na słupie na izolatorach odciągowych, z drugiej zaś mają być zaopatrzone w przeciwwagę, dla uniknięcia zmian naprężeń przewodów. Z tego względu wiatr i ruchy ziemi nie mogą spowodować większych zmian naprężeń przewodów. Dokładne obliczenia wykazały, że zmiany te przy największych prędkościach wiatru nie przekraczają 3%.

*) Por. Przegl. Elektr., 1949, z. 9, str. 259—260.



Rys. 39. Siatka słupa na skrzyżowaniu linii 110-kilowoltowej

Wiele studiów poświęcono zagadnieniu doboru właściwej odległości pomiędzy sąsiednimi przewodami. W wy-



Rys. 40. Siatka słupa odporowego linii na 110 kV
Kąt przewodu 10°—45°

niku badań prof. Kralla oparto się na następującym założeniu.

Jeżeli w przęśle o rozpiętości L, zwisie f, promieniu przewodu r, ciężarze jednostkowym $\mu\, g$ znaleziono doświad-

czalnie, że odstęp Δ jest wystarczający, to w przęśle o innych wartościach parametrów — L', f', r', $\mu' g$ — właściwy odstęp Δ' wynosi:

$$\Delta' = \Delta \frac{r'}{r} \sqrt{\frac{f'}{f}}.$$

Dane największego przęsła we Włoszech:

$f = 50$ m, $\Delta = 8$ m, $2\,r$ — 20 mm.

Na tej podstawie dla $f' = 193$ m i $2\,r' = 26{,}4$ mm obliczono:

$$\Delta' = 8 \cdot \frac{2{,}64}{2} \sqrt{\frac{193}{50}} = 20{,}7 \text{ m}$$

i obrano $\Delta' = 25$ m.

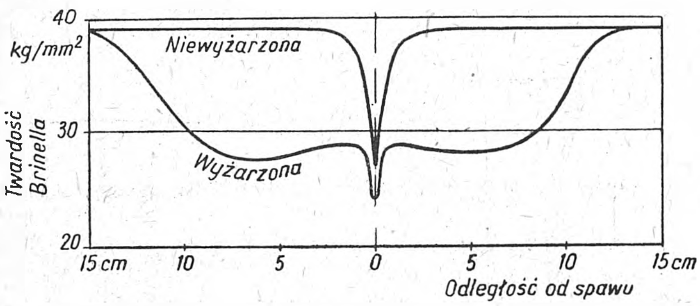
W przęśle skrzyżowania można spodziewać się, ze względu na znaczną rozpiętość, drgań przewodów. Zagadnienie to zostało szczegółowo opracowane, obliczono teoretyczną amplitudę drgań i naprężenia dodatkowe wskutek drgań.

Specjalne studia poświęcono zagadnieniom związanym z konstrukcją słupów o wysokości 200 m. Słupy mają być wykonane jako kratowe, rozszerzające się ku podstawie. Każdy słup ma być osadzony w fundamencie betonowym, wspólnym dla czterech nóg słupa (dla uniknięcia skutków zapadania się terenu). Fundamenty zostały obliczone w założeniu, że część ziemi pod fundamentem może się osunąć.

Dr H. OERTLI (Szwajcaria). Spawanie drutów aluminiowych i aldrejowych — własności mechaniczne drutów spawanych [26]

W procesie produkcji przewodów spawanie drutów stosuje się w dwóch przypadkach: w przypadku, gdy długość przewodu przekracza długość poszczególnych drutów oraz w przypadku zerwania drutu w czasie skręcania przewodu.

Miejsce spawane, jak wiadomo, posiada wytrzymałość mechaniczną wynoszącą zaledwie połowę wytrzymałości drutu niespawanego. Należy się więc spodziewać zerwania drutu spawanego w pracy przewodu. Pęknięcie drutu w przewodzie zmniejsza przewodność elektryczną linki. Jeśli drut pęknie w warstwie zewnętrznej, może się rozkręcić z linki i spowodować zwarcie. Autor zaproponował, aby do czasu znalezienia sposobu spawania nie zmniejszającego wytrzymałości drutu stosować wyżarzanie drutu spawanego



Rys. 41. Twardość drutu aluminiowego w zależności od odległości spawu dla próbki wyżarzonej i niewyżarzonej

na pewnej długości. Wyżarzanie zmniejsza co prawda nieco wytrzymałość mechaniczną, zwiększa jednak znacznie wydłużenie przy zerwaniu, przez co uniemożliwia przedwczesne zerwanie drutu spawanego. Wyniki pomiarów wytrzymałości i wydłużenia przy zerwaniu drutów aluminiowych podaje tablica III.

Tablica III

	Wytrzymałość (kg/mm²)	Wydłużenie przy zerwaniu (%)
Drut bez spawu	18,93	2,3
Drut spawany elektr.	10,65	2,3
Drut spawany elektr. i wyżarzony	10,05	19,7

Projekt wskazówek spawania drutów aluminiowych, opracowany przez Szwajcarski Komitet Elektrotechniczny, zaleca, aby drut był wyżarzony po obu stronach spawu na długości co najmniej po 10 cm. Projekt szwedzki zaleca wyżarzanie na długościach po pół metra.

Rys. 41 przedstawia twardość drutu aluminiowego w zależności od odległości spawu dla próbki niewyżarzonej i wyżarzonej.

Przeprowadzone liczne badania przewodów aluminiowych o drutach spawanych i wyżarzanych wykazały, że wcześniejsze zrywanie się drutów spawanych nie występuje.

Analogiczna metoda spawania i wyżarzania stosuje się również do przewodów aldrejowych, chociaż nie przeprowadzono jeszcze tak wielkiej liczby prób, jak dla przewodów aluminiowych.

Należy zwrócić uwagę, że autor nie zaleca oklepywania miejsca spawanego młotkiem.

SPIS REFERATÓW

[1] Comportement des lignes de transport sur poteaux en bois vis-à-vis de la foudre. Schahfner R. M. i Knutz W. H. (ref. 212)

[2] Pieux „Scac" en ciment armé centrifugé (obtenus par projection à l'air comprimé) employés pour les fondations sur une ligne électrique. Orler G. (ref. 213)

[3] Mécanisation de la construction de ligne de transport d'énergie. Davison A. E. (ref. 214)

[4] Ligne à 220 kV pour le réseau italien d'interconnexion. Nouveau type de pylônes en treillis. Brunetti M. (ref. 215)

[5] Une formule pour estimation de poids des pylônes et son application à l'étude des conditions économiques d'établissement d'une ligne de transport d'energie. Peterson W. S. (ref. 218)

[6] Nouvelles lignes équipées de pylônes en tubes d'acier remplis de beton. Vogeli R. (ref. 223)

[7] Pylônes haubanés pour longues portées. Healey A. S. i Seybolt G. H. (ref. 225)

[8] Rapport sur les travaux du Comité d'Études des pylônes et massifs de fondation. Jobin B. (ref. 227)

[9] Les fondations de pylônes des lignes électriques: leur résistance au renversement, leur stabilite, leur calcul. Étude experimentale. Ramelot Ch. (ref. 228)

[10] Enquête sur les reglements et usages d'après lesquels sont determinés les pylônes et les fondations des lignes de transport dans les différents pays. Richard E. (ref. 231)

[11] Caractéristiques électriques et régimes thermiques des lignes électriques aeriennes. Butterworth S. i Hutchings E. E. (ref. 204)

[12] Problème électrique général des lignes aériennes avec conducteurs en faisceaux Quilico G. (ref. 219)

[13] Calcul simple de la transmission de l'énergie électrique. Pochop Ch. (ref. 348)

[14] Considérations techniques au sujet d'une ligne électrique à 220 kV à grande altitude. Pramaggiore C. (ref. 211)

[15] Tendances britanniques en matière de distribution à haute tension. Siviour S. R. i May K. L. (ref. 222)

[16] Rapport sur les travaux du Comité International d'Étude No 6. — Calcul mécanique des lignes électriques. Silva G. (ref. 224)

[17] Influence du prix des éléments constitutifs d'une ligne de transport sur la conception de l'ouvrage. Richard E. (ref. 229)

[18] Enquête sur les réglements ou usages d'après lesquels sont determinés les conducteurs des lignes aériennes de transport dans les différents pays. Richard E. (ref. 230)

[19] Détermination de la variation de l'effort et de la flèche du conducteur suspendu: 1) avec module d'élasticité constant, 2) avec module d'élasticité variable. Graphique des surcharges. Pochop Ch. (ref. 232)

[20] Conducteurs de transmission en aluminium sans renforcement mécanique. Vidmar M. (ref. 233)

[21] Exploitation de lignes à des tensions différentes de celles pour lesquelles elles ont été construites. Cabanes, Alran, Lagoutte, Martinet i Raimbault (ref. 347)

[22] Vibrations de petite amplitude. Preiswerk M. i Dasseto G. (ref. 201)

[23] Lignes d'énergie à 110 kV et à 220 kV du réseau d'Imatran Voima Oy en Finlande. Axelson V., Haro L. i Laurila M. (ref. 202)

[24] L'influence du temps écoulé sur la variation d'allongement des conducteurs des lignes aériennes. Myślicki A. (ref. 206)

[25] La traversée électrique du détroit de Messine en rapport avec les sollicitations d'origine sismique et éolique. Caminiti C. (ref. 210)

[26] De la soudure de fils d'aluminium pur et d'aldrey et du comportement de brins soudés dans les cables électriques. Oertli H. (ref. 220)

Problemy szkoleniowe w elektrotechnice

Od Centralnej Komisji Szkolnictwa Elektrotechnicznego przy Stowarzyszeniu Elektryków Polskich

1. Wstęp.

Centralna Komisja Szkolnictwa Elektrotechnicznego SEP wytknęła sobie jako zasadnicze, „bojowe" cele swojej działalności: popularyzację wiedzy elektrotechnicznej oraz opracowanie wytycznych co do najwłaściwszego dydaktycznego ujęcia przedmiotu elektrotechniki w przystosowaniu do obecnego podziału na specjalności.

Celem szerokiego rozpowszechnienia wiedzy elektrotechnicznej opracowuje się program cyklu odczytów, popularyzujących różne dziedziny elektrotechniki, ze szczególnym podkreśleniem postępu technicznego, zadań oszczędności materiałów oraz obniżenia kosztów produkcji; szczególnie aktualne tematy mają być opracowane w ujęciu, które pozwoli średniemu personelowi technicznemu zakładów przemysłowych wyzyskać ich treść na kursach w tych zakładach.

Wskazówki co do nowoczesnego dydaktycznego ujęcia przedmiotu elektrotechniki mają się opierać na wykorzystaniu w najszerszym zakresie zasad dialektyki materialistycznej; w tym dziale prac członkowie C. K. Szk. El. mają bezpośredni odcinek doświadczalny w opracowywanych i uruchamianych pod ich kierunkiem korespondencyjnych kursach przygotowawczych do egzaminu na stopień inżyniera.

Nie byłoby dobrze, gdyby członkowie SEP, czytelnicy Przeglądu Elektrotechnicznego, byli powiadamiani o pracach szkoleniowych SEP tylko z okresowych, zjazdowych sprawozdań. Wydaje się natomiast rzeczą pożądaną utworzenie na łamach Przeglądu Elektrotechnicznego stałego działu, w którym podawane byłyby bieżące materiały z prac C. K. Szk. El. nie tylko w formie sprawozdań, ale przede wszystkim w formie dyskusji nad problemami szkoleniowymi, w której zabieraliby głos koledzy czytelnicy Przeglądu. C. K. Szk. El. będzie więc podawać w tym dziale wybrane rozwiązania problemów napotykanych w swej działalności, czytelnicy zaś będą dorzucać ze swej strony dalsze problemy oraz dyskutować na temat zagadnień C. K. Szk. El. W ten sposób można realizować szeroką i bieżącą wymianę zdań na różne tematy szkoleniowe, tak cenną i słuszną w socjalistycznym ujęciu nauki.

2. Kurs przygotowawczy do egzaminu na stopień inżyniera.

Jako najważniejszą bieżącą informację należy podać wiadomość o uruchomieniu 19. II. 51 korespondencyjnego kursu przygotowawczego do egzaminu na stopień inżyniera dla kierunku prądów silnych i telekomunikacji. Liczba uczestników wynosiła w tym momencie dla kierunku prądów silnych 313, dla kierunku telekomunikacji 141, przy czym spodziewane jest zwiększenie tych liczb. Warunki prowadzenia kursu, podział na specjalności oraz przedmioty wykładowe określa ściśle komunikat specjalny, wydany swego czasu jako wkładka do czasopism elektrotechnicznych. Warto dodatkowo podać do wiadomości ogółu elektryków sposób prowadzenia kursu, określony następującym komunikatem, rozesłanym uczestnikom kursu wraz z pierwszą częścią wykładów.

„Materiał, przewidziany do przerobienia przez kursistę, jest przesyłany pocztą w okresach co dwa tygodnie. Obowiązkiem kursisty jest przestudiowanie otrzymanego materiału i wykonanie zadanych ćwiczeń do czasu wpłynięcia nowego materiału.

Każdy przedmiot winien być opanowany przez kursistę w stopniu pozwalającym na przystąpienie do pisemnej repetycji. Ocena uzyskana na repetycji łącznie z ocenami ćwiczeń, przewidzianych dla większości przedmiotów, jest oceną ostateczną, charakteryzującą poziom opanowania przedmiotu przez kursistę.

Na obu kursach są przewidziane następujące przedmioty wspólne:

matematyka	10 ćwiczeń,
fizyka	3 ćwiczenia,
nauka o Polsce i świecie współczesnym	2 ćwiczenia.

Na kursie inżyniera-elektryka prądów silnych:

encyklopedia maszyn	5 ćwiczeń,
materiałoznawstwo elektryczne	3 ćwiczenia,
termodynamika techniczna	3 ćwiczenia [1]),
organizacja przedsiębiorstw i produkcji	3 ćwiczenia [2]),
elektrotechnika prądów silnych	7 ćwiczeń.

Ostatni przedmiot obejmuje rozdziały: podstawy elektrotechniki, miernictwo elektryczne, kable i przewody, maszyny elektryczne, linie i układy elektryczne, urządzenia elektryczne, elektrownie, instalacje elektryczne, trakcja, elektrotermia, elektrochemia.

Na kursie inżyniera telekomunikacji oprócz matematyki, fizyki i nauki o Polsce i świecie współczesnym są przewidziane następujące przedmioty:

encyklopedia elektrotechniki dla telekomunikacji	2 ćwiczenia,
podstawy telekomunikacji	10 ćwiczeń,
organizacja przedsiębiorstw i produkcji	3 ćwiczenia,
radiotechnika	7 ćwiczeń [3]),
technika łączenia	7 ćwiczeń [4]),
technika przenoszenia	7 ćwiczeń [5]).

Organizacja oceny postępów na kursach inżynierskich jest następująca.

Ćwiczenie jest to piśmienne opracowanie tematu, zadania, obliczenia lub projektu zadanego przez wykładowcę. Ćwiczenie, przeważnie jednobrzmiące (z ewentualną modyfikacją wartości), jest opracowane przez wykładowcę, doręczone do sekretariatu kursów w formie czytelnej, powielone przez sekretariat i rozesłane uczestnikom kursu.

Rozwiązanie ćwiczenia jest to piśmienne opracowanie ćwiczenia przez kursistę, nadesłane do sekretariatu, przekazane wykładowcom celem sprawdzenia i zwrócone z oceną do sekretariatu.

Repetycja jest to piśmienne opracowanie tematu zadanego indywidualnie każdemu kursiście. Temat repetycji jest to całokształt zagadnień wyodrębniających się w danym przedmiocie i z reguły będzie obejmować część opisową, część obliczeniową i wnioski. Obieg repetycji podobnie jak ćwiczeń. Przewidziana liczba repetycji: jedna z każdego przedmiotu.

Wykładowca. Jest to kierownik przedmiotu, względnie asystent lub grupa asystentów prowadzących jeden z przedmiotów. Do obowiązków wykładowcy należy opracowanie tematów ćwiczeń i repetycji, przekazanie tematów do sekretariatu, a następnie dokonanie oceny i zawiadomienie o tym sekretariatu.

Konsultant. W oddziałach SEPu będą zorganizowane poradnie, gdzie kursiści z danego terenu będą mogli uzyskać informacje natury naukowej. Udzielanie informacji nie może dotyczyć tematów ćwiczeń i repetycji, nadesłanych kursiście do rozwiązania, w formie wskazania bezpośredniej drogi rozwiązania. Poradnie powinny być czynne w oddziałach przynajmniej raz w tygodniu w ciągu 4 godzin popołudniowych. Konsultacje będą przewidziane w zasadzie wyłącznie dla przedmiotów elektrotechnicznych".

3. Encyklopedia elektrotechniki.

Celem zapoczątkowania dyskusji podamy tutaj przykłady rozstrzygnięcia problemów powstałych w czasie uruchamiania korespondencyjnych kursów przygotowawczych do egzaminu na stopień inżyniera.

Jednym z przedmiotów jest Encyklopedia elektrotechniki dla kursu przygotowawczego korespondencyjnego na stopień inżyniera telekomunikacji. Skrypt tego przedmiotu ukaże się w kwietniu b. r. Program przedmiotu przewiduje podanie podstawowych wiadomości z elektrotechniki

[1]) Tylko dla sekcji energetycznej
[2]) Tylko dla sekcji przemysłowej
[3]) Tylko dla sekcji radiotechniki
[4]) Tylko dla sekcji łączenia
[5]) Tylko dla sekcji przenoszenia

teoretycznej oraz szeregu wiadomości ze wszystkich działów elektrotechniki przemysłowej, a więc zasad budowy maszyn i aparatów elektrycznych, miernictwa, elektrochemii i materiałoznawstwa elektrycznego. Niezależnie od tego wydawnictwa ukaże się również skrypt podstaw telekomunikacji.

Omawiany skrypt „Encyklopedia elektrotechniki" wyróżnia się oryginalnym podejściem autora zarówno co do sposobu wyjaśniania zjawisk elektrycznych, jak i co do układu samego podręcznika. Zasadniczym motywem jego treści jest ustalenie pojęć elektrycznych na podstawie zjawisk, występujących we wszelkiego rodzaju przebiegach. Autor zarzucił klasyczną metodę wyprowadzania wzorów nużących czytelnika, zbliżył się natomiast do przejawów życiowych, traktując dynamiczny rozwój elektrotechniki jako zjawisko naturalne. Z tych względów autor uważa zgrupowanie rozdziału, dotyczącego miernictwa elektrycznego, w jedną całość za niesłuszne, natomiast zaleca omówienie poszczególnych systemów przyrządów pomiarowych łącznie z wyjaśnieniem przebiegów elektrycznych tego samego rodzaju w innych urządzeniach elektrycznych.

Interesujące również jest omówienie prądu elektrycznego jako zjawiska pierwotnego, a maszyny wytwarzającej tenże prąd jako rzeczy wtórnej. To paradoksalne pozornie podejście jest konsekwentnie doprowadzone do właściwego wyjaśnienia, przy czym droga wywodu wzbudza zainteresowanie czytelnika w sposób niewątpliwie bardziej doskonały od ustalonego sposobu rozumowania. Zdaniem koreferenta, układ skryptu winien mieć następującą kolejność: 1) prąd stały z omówieniem podstawowych zjawisk i praw z tym związanych, 2) magnetyzm i elektromagnetyzm z omówieniem mechanicznych zjawisk, powstających wskutek wzajemnego oddziaływania pól magnetycznych, 3) przyrządy prądu stałego, 4) prąd zmienny z przeniesieniem praw poprzednio poznanych. Natomiast autor uważa takie stanowisko koreferenta za przestarzałe, gdyż wypacza ono istotę fizyczną zjawiska, którego zasadniczą cechą jest zmienność. Podobnie autor tłumaczy, że prąd sinusoidalny powstaje nie dlatego, iż w określony sposób buduje się maszyny, lecz że tak buduje się maszyny, aby powstał prąd sinusoidalny. Z tych względów autor wprowadza najpierw pojęcie prądu sinusoidalnego, a potem maszyny. Utwierdza go w tym przekonaniu również fakt, że element studiujący na kursach korespondencyjnych spotyka się nie po raz pierwszy ze zjawiskami elektrotechniki, gdyż są to osoby, które ukończyły szkoły zawodowe i mają co najmniej 5-cioletnią praktykę. Dlatego poziom skryptu winien być wyższy — taki, jaki wymagany jest od osoby, która w krótkim czasie uzyska tytuł inżyniera.

Rezultatem polemiki, która powstała i została rozstrzygnięta przez C. K. Szk. El. na korzyść autora, będzie niewątpliwie wysoka wartość omawianego skryptu dla kandydatów na stopień inżyniera telekomunikacji, a ponadto skrypt może znaleźć zastosowanie na innych kursach inżynierskich, organizowanych przez pozostałe stowarzyszenia Naczelnej Organizacji Technicznej.

4. Sprawność elektrowni.

W innym przypadku w dziale „elektrownie cieplne i wodne" przedmiotu „Elektrotechnika prądów silnych" powstało zagadnienie najprostszego wyjaśnienia sprawności ogólnej oraz najistotniejszych strat, występujących w cyklu przemian energetycznych elektrowni parowej. Zazwyczaj sprawność ogólną wyjaśnia się jako iloczyn szeregu sprawności:

$$\eta_o = \eta_k \times \eta_{pp} \times \eta_{term} \times \eta_{wt} \times \eta_{mech} \times \eta_{gen} \times \eta_{pwł},$$

gdzie η_k — sprawność kotła,
η_{pp} — „ przewodu parowego,
η_{term} — „ termiczna obiegu cieplnego,
η_{wt} — „ wewnętrzna turbiny (indykowana),
η_{mech} — „ mechaniczna turbozespołu,
η_{gen} — „ elektryczna prądnicy i ewentl. transformatora blokowego,
$\eta_{pwł}$ — „ współczynnik uwzględniający potrzeby własne elektrowni.

Sprawność termiczną obiegu cieplnego tłumaczy się teoretycznie na podstawie wykresu Rankina; sprawność wewnętrzna turbiny wynika z jej konstrukcji.

Autor skryptu uprościł zagadnienie, wprowadzając pojęcie ogólnej sprawności turbozespołu:

$$\eta_{ot} = \eta_{term} \times \eta_{wt} \times \eta_{mech} \times \eta_{gen},$$

a tym samym sprowadzając wzór na sprawność ogólną elektrowni do formy:

$$\eta_o = \eta_k \times \eta_{pp} \times \eta_{ot} \times \eta_{pwł}.$$

Powstała wątpliwość, czy tego rodzaju ujęcie jest uzasadnione. Komisja zaakceptowała powyższe uproszczone przedstawianie wzoru na sprawność, przyjmując uzasadnienie autora, że w praktycznym ujęciu charakterystyczną wielkość ofertową stanowi jednostkowe zużycie netto ciepła przez turbozespół, tj. zużycie w kcal/kWh przy uwzględnieniu ciepła zwracanego do kotłowni w kondensacie podgrzanym parą z zaczepów gospodarczych turbiny (regeneracji ciepła) oraz przy uwzględnieniu ciepła traconego na skraplanie pary w kondensatorze (straty w wodzie chłodzącej). Rzeczywiście, w praktycznych podręcznikach radzieckich względnie w ofertach można znaleźć dla danego typu turbozespołu powyższą wielkość zużycia ciepła na 1 kWh energii produkowanej, np. dla turbiny typu WK50 (90 ata, 480°C, kondensacyjna na $t_{wchł} = 10°C$, 5 zaczepów regeneracyjnych) „Sprawocznik dla tiepłotiechnikow elektrostancyj" podaje na str. 231:

$$q = 2275 \text{ kcal/kWh}.$$

Obliczenie przy podanym przykładzie sprawności ogólnej jest b. proste:

sprawność ogólna turbozespołu: $\eta_{ot} = \dfrac{860}{2275} = 0{,}38$;

sprawność ogólna elektrowni przy $\eta_k = 85\%$, $\eta_{pp} = 97\%$, $\eta_{pwł} = 92\%$;

$$\eta_o = 0{,}38 \times 0{,}85 \times 0{,}97 \times 0{,}92 = 0{,}29 \text{ czyli } 29\%;$$

wypadkowe zużycie ciepła:

$$q_o = \frac{860}{0{,}29} = 2965 \text{ kcal/kWh}.$$

Oczywiście, w obliczeniach szczegółowych na podstawie wykresu „I—S" nie daje się uniknąć konieczności korzystania z pojęcia wewnętrznej sprawności turbiny, natomiast i w tym przypadku można w zastępczym uproszczonym ujęciu pominąć pojęcie sprawności termicznej obiegu cieplnego.

5. Kursy w zakładach przemysłowych na temat oszczędności materiałów i polepszenia wskaźników produkcji.

W wyniku ostatniego etapu pracy C. K. Szk. El. powstała myśl utworzenia i przeprowadzenia przez oddziały SEPu krótkoterminowych wzorowych kursów w zakładach przemysłowych na tematy oszczędności materiałów w produkcji oraz polepszenia wskaźników techniczno-ekonomicznych przemysłu. Zagadnienie wyjaśnia szczegółowo pismo wystosowane do sekretariatu generalnego SEPu treści następującej:

„Podstawowym problemem rozwoju przemysłu polskiego w planie sześcioletnim jest stworzenie nowoczesnych, wysoko pod względem technicznym postawionych zakładów przemysłowych. Do badania postępu modernizacji zakładów istniejących oraz porównania poziomu technicznego nowopowstających fabryk z osiągnięciami krajów przodujących niezbędna jest kalkulacja i obserwacja wskaźników technicznych, których znajomość i zrozumienie przez zespół budowniczych Polski Ludowej na niższym szczeblu technicznym jest niewątpliwie zasadniczym warunkiem szybkości i jakości wykonania planu.

Zjawiskiem powszechnie obserwowanym jest marnotrawstwo, względnie niedostateczne wyzyskanie w produkcji — wskutek nieświadomości technicznej — podstawowych surowców i półfabrykatów, jak węgiel, miedź, aluminium, papier, olej, energia elektryczna itp. Naczelnym zadaniem planu sześcioletniego jest nie tylko wykonać dużo i szybko, ale również wykonać tanio, wprowadzając jak najdalej idącą oszczędność materiałów, szczególnie deficytowych. Zadanie ostatnie nie zostanie spełnione, jeśli nie będzie ono wyjaśnione szczegółowo na wszystkich odcinkach pracy różnych gałęzi przemysłu bezpośrednim wykonawcom: rzemieślnikom, personelowi technicznemu nadzorującemu i kontrolującemu produkcję.

W zrozumieniu, że do akcji pouczania o problemach postępu technicznego i oszczędności materiałowej musi się

włączyć cały świat techniczny, rzucamy hasło bezpłatnego przeprowadzenia przez członków SEPu w ramach oddziałów krótkoterminowych kursów bezpośrednio w zakładach pracy. Przykładowo proponujemy następującą tematykę:

1) oszczędność węgla i poprawa podstawowych wskaźników technicznych w elektrowni parowej;

2) racjonalna gospodarka energią elektryczną w zakładach przemysłowych;

3) oszczędności materiałów deficytowych w przemyśle kablo-chemicznym.

Szczegółowe programy powyższych tematów są następujące:

1) Oszczędność węgla i poprawa podstawowych wskaźników technicznych w elektrowni parowej

a) Zależność ogólnej sprawności elektrowni od następujących czynników:

ciśnienia i temperatury pary;

ilości niedopału w unosinach z kotła (ewent. wskutek przesypu z rusztów);

jakości spalania (zawartość CO_2, CO);

jakości węgla (dostosowanie do typu paleniska, do typu młynów węglowych, ewent. rusztów, wpływ na niedopał i jakość spalania);

temperatury wody chłodzącej w skraplaczach turbin;

stopnia zanieczyszczenia powierzchni ogrzewalnej kotłów oraz łopatek turbinowych;

pracy wszystkich urządzeń regeneracyjnych (podgrzewaczy wody — turbinowych i kotłowych, podgrzewaczy powietrza w kotłach itp.);

wielkości zużycia własnego elektrowni (przemiał paliwa, ciąg — niewłaściwy dopływ powietrza, ekonomiczna praca wentylatorów, pomp, ekonomiczny rozdział obciążeń na kotły, turbiny i transformatory).

b) Znaczenie zachowania znamionowych parametrów dla trwałości urządzeń:

wpływ zmian ciśnienia i temperatury pary przegrzanej na część wlotową turbiny oraz na część wylotową (wilgotność w ostatnich rzędach łopatek);

wpływ zmian jakości paliwa na długość pracy kotła między okresami czyszczenia oraz ogólnie na wydajność kotła;

wpływ chemicznej jakości wody kotłowej na powierzchnię odparowania kotła oraz na stan łopatek turbinowych (osad);

wpływ chemicznej i mechanicznej jakości wody chłodzącej na pracę skraplaczów turbinowych;

wpływ jakości oleju turbinowego na pracę turbin;

wpływ jakości oleju tranformatorowego na pracę transformatorów.

c) Podstawowe wskaźniki techniczne elektrowni parowej:

zużycie ciepła na 1 kWh oddaną do sieci, stosunek osiągalnej mocy oraz średniej dyspozycyjnej mocy w okresie zimowym do mocy zainstalowanej, ilość pracowników produkcyjnych na 1 MW mocy osiągalnej, koszt 1 kWh energii oddanej do sieci — charakterystyka;

rozbieżności dla różnych typów elektrowni, sposoby poprawy w lokalnych warunkach.

2) Racjonalna gospodarka energią elektryczną w zakładach przemysłowych

a) Czynniki wpływające na ekonomiczne zużycie energii elektrycznej w zakładzie przemysłowym:

właściwe wielkości jednostek zasilających zakład przemysłowy (transformatory, przetwornice) zależnie od liczby i jakości maszyn i urządzeń pracujących na poszczególnych zmianach; napięcie zasilania;

właściwe rozmieszczenie punktów zasilających;

właściwe przekroje kabli i przewodów do siły i światła;

właściwy podział obwodów świetlnych;

odpowiednie zgrupowanie maszyn i właściwy dobór wielkości silników napędowych, dający możność uniknięcia pracy silników w stanie niedociążonym lub w ogóle luzem;

poprawa cos φ za pomocą kondensatorów statycznych bądź przy poszczególnych silnikach, bądź w rozdzielni (ew. kompensatorów synchronicznych lub innych);

właściwa eksploatacja maszyn i urządzeń, zapobiegająca stratom mocy w silnikach wskutek oporów mechanicznych (smarowanie łożysk, poślizg pasów); zmniejszenie strat cieplnych w grzejnikach;

pomiary kontrolne wskazujące niewłaściwe obciążenie sieci, straty mocy wskutek złej izolacji itp.;

wprowadzenie wewnętrznych przepisów eksploatacyjnych dla sieci i urządzeń elektrycznych w zakładzie oraz przestrzeganie ścisłego wykonywania ich wskazań;

popularyzacja hasła oszczędzania energii wśród załogi zakładu przemysłowego.

b) Czynniki wpływające na pewność ruchu w zakładzie przemysłowym:

właściwe zabezpieczenia linii zasilających, silników i urządzeń;

odpowiedni podział sieci elektrycznej zakładu (siły i światła);

kontrola stanu sieci elektrycznej (np. uziemień) przez częste pomiary;

staranna eksploatacja i konserwacja sieci, maszyn i urządzeń;

surowe przestrzeganie wewnętrznych przepisów eksploatacyjnych.

c) Wskaźniki techniczne:

zużycie energii elektrycznej na jednostkę produkcji, jako sprawdzian właściwej gospodarki energetycznej zakładu przemysłowego;

właściwe wyzyskanie silników i urządzeń;

przestrzeganie przepisów eksploatacyjnych zwłaszcza w zakresie biegu luzem silników i urządzeń.

3) Oszczędności materiałów deficytowych w przemyśle kablo-chemicznym

a) Materiały stosowane w przemyśle, które wymagają jak najdalej idących oszczędności:

materiały przewodowe: miedź, cyna, aluminium;

materiały izolacyjne: kauczuk naturalny, bawełna, jedwab naturalny;

materiały osłonne: ołów.

b) Sposoby oszczędzania materiałów deficytowych:

zmniejszenie odpadów;

zastępowanie surowców: miedzi przez aluminium; ołowiu przez stopy aluminium i ew. masy syntetyczne; cyny — jako domieszki do ołowiu — przez stosowanie antymonu i cynku; cyny do cynowania żył w przewodach przez stosowanie gum bezsiarkowych; bawełny i jedwabiu przez włókna sztuczne; kauczuku naturalnego przez kauczuk syntetyczny (thiokol).

c) Zmiany konstrukcji kabli i przewodów:

oszczędne oploty i oprzędy;

zmniejszenie grubości izolacji;

zmniejszenie grubości płaszczy ołowianych;

wprowadzenie typów oszczędnych pod względem zużycia materiałów (np. kabli wys. nap.)".

Komisja oczekuje od kolegów sepowców opinii o jej stanowisku i o podanych tematach kursów.

Inż. W. Fischer
Inż. K. Kolbiński
Inż. J. Srebrzyński

Realizacja postępu technicznego

Komunikat Komisji postępu technicznego przy Stowarzyszeniu Elektryków Polskich

VI Plenum KC PZPR postawiło zagadnienie nowej socjalistycznej techniki jako zagadnienie centralne. Bez studiowania zagadnień nowej techniki i bez uporczywego wprowadzania jej w życie nie dadzą się zrealizować zadania planu 6-letniego. Studiowanie zagadnień nowej techniki stało się na etapie budownictwa podstaw socjalizmu

jednym z głównych i podstawowych zadań NOT i stowarzyszeń technicznych.

Wyniki studiów nad nowoczesną techniką pozostaną jednak na papierze, jeżeli jednocześnie nie postawi się w całej rozciągłości i z całym naciskiem zagadnienia codziennej uporczywej walki o natychmiastowe wprowadzenie w życie dotychczasowych zdobyczy nowoczesnej i najnowszej techniki — teoretycznych i praktycznych. Studiowanie zagadnień nowej techniki musi w szybkim tempie prowadzić do realizacji postępu technicznego. Torowanie drogi dla praktycznego zastosowania nowej techniki w naszej gospodarce narodowej, a w szczególności w naszym przemyśle, energetyce i łączności; przodownictwo w przestawianiu naszej polskiej techniki na nowoczesne tory, oparte na nowych wynikach nauki technicznej, a w szczególności na bezcennym dorobku radzieckiej nauki i techniki; stworzenie ruchu przekuwającego w możliwie krótkim czasie doświadczenia tej techniki w efektywne, odczuwalne dla całego narodu korzyści ekonomiczne; stworzenie coraz silniejszego i mocniejszego pomostu między zamierzeniami realizacji postępu technicznego a istniejącym już u nas potężnym ruchem współzawodnictwa pracy i wynalazczości pracowniczej; przodownictwo w tym ruchu — oto podstawowe funkcje społeczne inteligencji technicznej zarówno w okresie budowy podstaw socjalizmu, jak i w społeczeństwie konsekwentnie socjalistycznym. Funkcje te są więzią ideologiczną spajającą warstwę inteligencji z rewolucyjną ideologią marksistowsko-leninowską; funkcje te są spoiwem, które nierozerwalnie łączy inteligencję z klasą robotniczą w jednolity jednomyślny naród socjalistyczny. Funkcje te stawiają inteligencję techniczną w roli zaszczytnej i dają jej nieograniczone możliwości wykazania bohaterstwa w pracy socjalistycznej. Być przodownikiem wynalazczości pracowniczej, być przodownikiem praktycznego urzeczywistnienia postępu technicznego jest honorem każdego Polaka inżyniera i każdego Polaka technika. Świadomość tego szybko się rozpowszechnia wśród polskich techników i inżynierów, gdyż chcą oni być przodującymi członkami polskiego narodu socjalistycznego.

Zarząd Główny Stowarzyszenia Elektryków Polskich w pełni uznając ważność omawianej sprawy powołał w dniu 1. III. 51 r. Komisję do realizacji postępu technicznego. Skromny, zaledwie kilkutygodniowy dorobek pracy Komisji dał już konkretne wyniki. Udział w pracach Komisji biorą członkowie SEPu, przedstawiciele zarządów głównych Związków Zawodowych — Metalowców, Energetyków i Kultury. W skład Komisji wchodzi również przedstawiciel Głównego Instytutu Elektrotechniki.

Na indywidualne apele Komisji wpłynęło w ciągu marca 25 zobowiązań wyraźnie skonkretyzowanych zarówno co do tematyki, jak i realnej możliwości natychmiastowego urzeczywistnienia. Pochodzą one z 8 ośrodków pracy od 93 inżynierów i techników. Wszystkie te zobowiązania będą zrealizowane w ciągu roku 1951. Między zobowiązaniami znajdują się zobowiązania 1-majowe, na dzień 22 lipca, na cześć 34 rocznicy Wielkiej Socjalistycznej Rewolucji Październikowej i inne. Tematyka obejmuje szeroki zakres zagadnień, jak świadczą następujące przykłady: skrawanie szybkościowe; uzwojenia dwuwarstwowe w silnikach wysokiego napięcia; elektrokontaktowa metoda ostrzenia narzędzi; wprowadzenie produkcji potokowej w kilku zakładach wytwórczych; podgrzewanie proszku bakielitowego prądami wielkiej częstotliwości; automatyzacja lakierni; planowanie warsztatowe; wprowadzenie elementów nowej techniki w radiofonii; zastępowanie miedzi innymi mniej deficytowymi metalami itp.

Komisja do realizacji postępu technicznego wzywa wszystkich inżynierów i techników pracujących w przemyśle maszyn elektrycznych, w przemyśle kablowym, w przemyśle teletechnicznym, w Polskim Radiu i Centralnym Urzędzie Radiofonii, w Filmie Polskim, w energetyce polskiej, w telekomunikacji oraz inżynierów i techników innych placówek pracy, związanych z polską elektrotechniką, do podjęcia apelu pierwszych 93 przodowników - realizatorów postępu technicznego w naszym kraju.

Komisja wzywa ogół techników i inżynierów do zakładania miejscowych kół realizatorów postępu technicznego, do składania konkretnych zobowiązań i współzawodnictwa między inżynierami i technikami. Komisja wzywa wszystkie oddziały SEPu do podjęcia pracy celem zorganizowania ruchu przodowników postępu technicznego na swoim terenie. Komisja wzywa wszystkie dyrekcje instytucji i zakładów wytwórczych oraz okręgowe, powiatowe i miejscowe rady zakładowe Związków Zawodowych do czynnej pomocy inicjatorom organizacji ruchu przodowników postępu technicznego oraz wzywa do wykazania inicjatywy w tym kierunku.

Komisja informuje jednocześnie, że projektowana jest ogólnokrajowa narada aktywu technicznego, na której będą zgłoszone napływające zobowiązania.

Wszelkich informacji co do metodyki organizacji zobowiązań w zakresie postępu technicznego udziela Sekretarz Generalny SEP kol. mgr inż. Karasiński lub listownie Komisja.

Mgr inż. Chmielnicki Szymon
przewodn. Komisji

Współzawodnictwo i wynalazczość pracownicza

(do wiadomości wszystkich członków SEP)

Podane niżej wytyczne w sprawie udziału stowarzyszeń technicznych w ruchu współzawodnictwa i wynalazczości pracowniczej, opracowane przez Główną komisję współzawodnictwa pracy NOT i uzgodnione z Centralną Radą Związków Zawodowych, stwarzają nowe warunki rozwoju tej tak doniosłej dziedziny, stojącej nie tylko na czele zagadnień statutowych NOT, lecz będącej również jednym z centralnych zagadnień Planu 6-letniego w drugim roku jego realizacji.

Torowanie nowych dróg dla rozwoju współzawodnictwa pracy i wynalazczości pracowniczej, walka o osiągnięcie przez realizację postępu technicznego usprawnienia produkcji, wzrostu wydajności pracy i obniżki kosztów własnych — to są zadania, w których realizacji powinny się koncentrować i mobilizować wysiłki i prace inżynierów i techników, a więc i organizacji świata technicznego.

Uchwała prezydium Rady Głównej NOT z dnia 20 lutego br., podjęte prace przygotowawcze do organizacji krajowej narady aktywu technicznego, dla których wytyczne niniejsze mają znaczenie kluczowe, stanowią ważny moment zwrotny w kierunku zaktywizowania prac stowarzyszeń technicznych i powiązania ich bezpośrednio z walką o wykonanie i przekroczenie zadań drugiego roku Planu 6-letniego.

Wytyczne udziału stowarzyszeń technicznych NOT w ruchu współzawodnictwa i wynalazczości pracowniczej

I. Wykonanie Planu 6-letniego budowy podstaw socjalizmu w Polsce, a w szczególności przyśpieszenie jego wykonania wymaga wszechstronnego rozwoju współzawodnictwa i wynalazczości pracowniczej. Ruch ten, podjęty przez najbardziej świadomych i ofiarnych przedstawicieli klasy robotniczej, przekształcił się w ruch masowy.

Do ruchu współzawodnictwa i wynalazczości pracowniczej włączyła się świadoma i postępowa część inteligencji technicznej, rozwijając i pogłębiając go razem z klasą robotniczą. Błędne byłoby sformułowanie roli inteligencji technicznej tylko jako czynnika pomocniczego w wielkim ruchu współzawodnictwa pracy i wynalazczości pracowniczej. Inżynierowie i technicy nie tylko winni przodować we wpółzawodnictwie i wynalazczości pracowniczej, lecz winni również torować nowe drogi dla rozwoju tego ruchu.

Czynne włączenie się ogółu inżynierów i techników do ruchu współzawodnictwa i wynalazczości pracowniczej pozwoli na szybsze pokonywanie przeszkód natury technicznej i da szersze podstawy rozwoju tego ruchu, przyśpieszy wprowadzenie nowej techniki do naszych warsztatów

pracy oraz otworzy drogę nowym, rewolucyjnym metodom pracy.

Współzawodnictwo i wynalazczość robotników, inżynierów i techników rodzi się z jednego pnia, z nowego, socjalistycznego stosunku do pracy.

II. W celu zapewnienia pełnego włączenia się inżynierów i techników do masowego ruchu współzawodnictwa i wynalazczości pracowniczej Naczelna Organizacja Techniczna w porozumieniu z Centralną Radą Związków Zawodowych zaleca wszystkim członkom NOT podjęcie natychmiastowej aktywnej działalności w tym kierunku, a mianowicie:

1) wzmożenie i rozwinięcie bezpośredniego udziału w akcji technicznego szkolenia i doskonalenia zawodowego;

2) wzmożenie działalności odczytowej przez opracowywanie i wygłaszanie referatów przede wszystkim o tematyce, opierającej się na postępie technicznym, a w szczególności na przodującej nauce i technice radzieckiej;

3) zasilanie prasy związkowej artykułami z dziedziny naukowo-technicznej;

4) czynny udział i konkretna pomoc w organizowaniu zjazdów, konferencji, pokazów, wycieczek itp.;

5) roztaczanie stałej opieki i udzielanie konkretnej pomocy klubom techniki i racjonalizacji oraz gabinetom technicznym itp.;

6) opracowywanie tematów i programów dla kierowanej wynalazczości pracowniczej;

7) opracowywanie z przodownikami pracy i racjonalizatorami nowych form współzawodnictwa i wynalazczości pracowniczej oraz ich rozwoju i upowszechniania;

8) tworzenie brygad inżyniersko-robotniczych dla likwidacji wąskich gardeł i usuwania wszelkich przeszkód w produkji i organizacji pracy.

III. Ustala się następujące szczeble współpracy techniczno-związkowej:

1) Naczelna Organizacja Techniczna z Centralną Radą Związków Zawodowych,

2) oddziały NOT z okręgowymi radami związków zawodowych,

3) zarządy główne stowarzyszeń technicznych z zarządami głównymi związków zawodowych,

4) oddziały względnie koła stowarzyszeń technicznych, z zarządami okręgowymi (oddziałami) związków zawodowych,

5) przedstawiciele oddziałów, względnie kół (łącznicy) stowarzyszeń technicznych z radami zakładowymi miejscowymi.

Niezwłoczne pełne włączenie się inżynierów i techników do ruchu współzawodnictwa i wynalazczości pracowniczej oraz systematyczna i stała praca w tej ważnej dziedzinie przyczyni się do przedterminowego wykonania Planu 6-letniego, budowy podstaw socjalizmu w Polsce i zapewnienia pokoju.

SŁOWNICTWO ELEKTRYCZNE

opracowane i przyjęte przez

CENTRALNĄ KOMISJĘ SŁOWNICTWA ELEKTRYCZNEGO*)

Dział IV. Technika Wysokich Napięć**)

1. WYTRZYMAŁOŚĆ DIELEKTRYCZNA

a. Układy izolacyjne

układ izolacyjny
układ foremny
układ nieforemny
układ płaski
układ kulowy
układ walcowy
układ współśrodkowy
układ mimośrodkowy
układ współosiowy
układ mimoosiowy
układ ostrzowy
układ ostrzowo-płytowy
układ symetryczny
układ niesymetryczny
układ o symetrii obrotowej
układ jednorodny
układ niejednorodny
układ uwarstwiony
układ uwarstwiony posobnie
układ uwarstwiony obocznie
układ uwarstwiony skośnie
rozkład pola elektrycznego
rozkład jednostajny
rozkład niejednostajny
rozkład pojemnościowy
rozkład przewodnościowy
obraz pola elektrycznego
linia ekwipotencjalna
powierzchnia ekwipotencjalna
rurka dielektryczna
komórka dielektryczna

b. Naprężenia i wyładowania dielektryczne

naprężenie dielektryczne
naprężenie maksymalne
naprężenie średnie
naprężenie krytyczne
naprężenie ustalone
naprężenie udarowe
naprężenie szybkozmienne
wyładowanie elektryczne
wyładowanię samodzielne
wyładowanie niesamodzielne
mechanizm wyładowania *)
mechanizm elektryczny (wyładowania)
mechanizm lawinowy (wyładowania)
mechanizm kanałowy (wyładowania)
mechanizm cieplny (wyładowania)
wyładowanie zupełne
wyładowanie niezupełne
wyładowanie ciche
wyładowanie świetlące; świetlenie
wyładowanie snopiaste; snopienie
wyładowanie iskrowe; iskra
wyładowanie łukowe; łuk
wyładowanie krawędziowe
wyładowanie powierzchniowe
wyładowanie nitkowe

*) por. Dział I, Rozdz. VII

wyładowanie smużyste
wyładowanie pełzne
wyładowanie ślizgowe
iskra ślizgowa
przeskok (elektryczny)
przebicie (elektryczne)
przebicie zupełne
przebicie niezupełne
przebicie kanalikowe
przebicie szczelinowe
napięcie początkowe (wyładowania elektrycznego)
napięcie krytyczne
napięcie przeskoku
napięcie przebicia
wytrzymałość dielektryczna
wytrzymałość krytyczna
wytrzymałość na przeskok
wytrzymałość na przebicie
wytrzymałość statyczna
wytrzymałość udarowa
pierścień ulotowy
przegroda izolacyjna
mostek zawiesinowy

2. PRZEPIĘCIA

a. Rodzaje przepięć

przepięcie
przepięcie ustalone
przepięcie nieustalone
przepięcie statyczne
przepięcie udarowe
przepięcie drgające
przepięcie rezonansowe
przepięcie przewrotowe
przepięcie łączeniowe
przepięcie ziemno-zwarciowe
przepięcie wewnętrzne
przepięcie zewnętrzne
przepięcie atmosferyczne
przepięcie piorunowe
przepięcie piorunowe bezpośrednie
przepięcie indukowane
pole elektryczne ziemi
burza
burza cieplna
burza czołowa
błyskawica
grzmot
piorun
piorun liniowy
piorun liniowy pojedyńczy
piorun liniowy wielokrotny
piorun różańcowy
piorun kulisty
piorun rozgałęziony
gałąź pioruna
kanał pioruna
wyładowanie piorunowe
wyładowanie piorunowe wstępne

*) Redaktor Słownika: K. Drewnowski.
**) Redaktor działu IV: K. Drewnowski. — Współpracownicy: T. Arlitewicz, T. Czaplicki, B. Jabłoński, S. Jasiński, A. Kiliński, M. Mazur, B. Michelis, Z. Skoczyński, J. Żydanowicz. — Opinio dawcy: J. L. Jakubowski, J. Skowroński, St. Szper.

wyładowanie piorunowe główne
biegunowość pioruna
uderzenie pioruna
uderzenie bezpośrednie
uderzenie pośrednie
przeskok wsteczny

b. Fale wędrowne *)

fala wędrowna
ciąg fal wędrownych
fala jednoznakowa
fala drgająca
fala udarowa
fala zasilana
fala samotna
fala uskokowa
fala prostokątna
fala kliniasta
ładunek fali
biegunowość fali
długość fali
moc fali
energia fali
stromość fali
oporność falowa

*) por. Dział I, Rozdz. VI

punkt krańcowy (linii)
punkt przelotowy (linii)
punkt węzłowy
fala padająca
fala odbita
fala przepuszczona
odkształcenie fali
tłumienie fali
łagodzenie fali

c. Ochrona przepięciowa

urządzenie przeciwprzepięciowe
urządzenie odgromowe
ochronnik
odgromnik
odprowadzenie przepięcia
obniżenie przepięcia
łagodzenie przepięcia
ochronnik upływowy
cewka upływowa
ochronnik wodotryskowy (*hist.*)
ochronnik iskrowy
ochronnik rożkowy
ochronnik krążkowy
ochronnik płytkowy
ochronnik zaworowy
ochronnik elektrolityczny
ochronnik zmienno-oporowy
iskiernik zapłonowy
słup zmienno-oporowy
krążek zmienno-oporowy
iskiernik gaszący
napięcie znamionowe ochronnika
napięcie zapłonowe ochronnika
napięcie zapłonowe statyczne
napięcie zapłonowe udarowe
opóźnienie zapłonu
napięcie pozapłonowe
napięcie wyładowcze
napięcie obniżone; napięcie resztkowe (?)
prąd wyładowczy
prąd następczy
prąd pozostały; prąd resztkowy (?)
obciążalność udarowa
obciążalność statyczna
pochłaniacz fal
ochronnik wydmuchowy
opornik ochronny
kondensator ochronny
cewka ochronna
kompensacja prądu ziemnozwarciowego
dławik gaszący
transformator gaszący
przewód odgromowy
urządzenie piorunochronowe
piorunochron
układ zwodowy; zwód
pręt zwodowy
przewód dachowy
przewód zwodowy
układ uziomowy
uziom
uziom prętowy
uziom płytowy
uziom rurowy
uziom wstęgowy
oporność uziemienia
zacisk uziomowy probierczy
siatka osłonna
strefa chroniona
koordynacja izolacji
poziom koordynacji (izolacji)
iskiernik koordynacyjny
iskiernik ochronny

3. POMIARY WYSOKONAPIĘCIOWE

a. Urządzenia pomiarowe

próba wysokonapięciowa
generator wysokiego napięcia
transformator probierczy
układ kaskadowy (transformatora)
generator wysokiego napięcia stałego
prostownik wysokiego napięcia
prostownik mechaniczny
prostownik elektronowy
układ półokresowy
układ pełnookresowy
generator drgań nietłumionych; oscylator
generator drgań tłumionych
generator udarowy; udarnica
generator udarowy napięciowy
generator udarowy prądowy
generator udarowy wielostopniowy
stopień generatora udarowego
ukrotnianie napięcia
układ zasilający
układ udarowy
obwód ładowania generatora udarowego
obwód wyładowania generatora udarowego
iskiernik międzystopniowy
iskiernik włączający
opornik tłumiący
opornik rozładowczy
napięcie znamionowe generatora udarowego
pojemność znamionowa generatora udarowego
moc znamionowa generatora udarowego
moc zwarciowa generatora udarowego
iskiernik pomiarowy
iskiernik kulowy
iskiernik ostrzowy
iskiernik prętowy
iskiernik walcowy
metoda prostownikowa (pomiaru wysokiego napięcia)
woltomierz szczytowy
woltomierz ulotowy
woltomierz kulowy
klidonograf
oscylograf elektronowy wysokiego napięcia
oscyloskop
miernik prądu udarowego
podstawa izolacyjna
drążek izolacyjny
kleszcze izolacyjne
tablica ostrzegawcza

b. Próby udarowe

udar elektryczny; udar
udar napięciowy
udar prądowy
udar normalny
biegunowość udaru
udar dodatni
udar ujemny
udar pełny
udar ucięty
kształt udaru
początek udaru
początek udaru znamionowy
czoło udaru
stromość czoła udaru
stromość czoła znamionowa
szczyt udaru
grzbiet udaru
długość udaru
trwanie udaru
trwanie czoła udaru
trwanie grzbietu udaru
trwanie półszczytu
trwanie do półszczytu
trwanie do ucięcia
próba udarowa
napięcie udarowe
prąd udarowy
przeskok udarowy
napięcie przeskoku udarowego
napięcie minimalne przeskoku udarowego
przebicie udarowe
napięcie przebicia udarowego
opóźnienie przeskoku
współczynnik udaru
charakterystyka udarowa
charakterystyka prądowo-napięciowa

Dział VII. Napęd Elektryczny*)

1. POJĘCIA OGÓLNE

a. Rodzaje napędu

napęd mechaniczny
napęd elektryczny
napęd hydrauliczny
napęd pneumatyczny
napęd akumulatorowy
napęd dyzlowsko-elektryczny
napęd turbinowo-elektryczny
napęd bezpośredni
napęd pośredni
napęd pasowy
napęd linowy
napęd zębaty
napęd ślimakowy
napęd różnicowy
napęd cierny
napęd jednostkowy
napęd grupowy
napęd wielosilnikowy

b. Części napędu

pędnia
wał pędniowy
koło pasowe
koło linowe
koło robocze
koło luźne
koło pasowe stożkowe
koło zamachowe
kółko naprężne
naprężnik pasa
koło zębate
koło zębate czołowe
koło zębate stożkowe
przekładnia
przekładnia różnicowa
przekładnia czołowa
przekładnia stożkowa
przekładnia dwustopniowa
przekładnia wielostopniowa
przekładnia cierna
przekładnia ślimakowa
sprzęgło
sprzęgło sztywne
sprzęgło elastyczne
sprzęgło cierne
sprzęgło odśrokowe
sprzęgło rozłączne
sprzęgło elektro-magnetyczne
ślimak
zębatka
silnik przekładniowy

c. Sprzęt i urządzenia napędowe

obwód rozrządczy
rozrząd ręczny

*) Redaktor działu VII: R. Podoski. — Współpracownicy: T. Arlitewicz, T. Czaplicki, J. Domanus, K. Drewnowski, J. Lando, M. Mazur, B. Michelis, T. Oleszyński, W. Pawłowski, Z. Skoczyński, J. Żydanowicz. — Opiniodawcy: T. Monkiewicz, J. Obrąpalski, W. Tyszko.

rozrząd samoczynny
rozrząd zdalny
rozrząd przyciskowy
rozrząd stycznikowy
zawiązienie
rozrusznik
regulator
nastawnik
stopień (nastawnika)
stopnie robocze
stopnie przejściowe
stopnie ślepe
nawrotnik
stycznik
tłumik
ogranicznik obciążenia
ogranicznik prędkości

wyłącznik krańcowy
obejście
układ Warda-Leonarda
układ Leonarda-Ilgnera
układ maszynowy dodawczo-ssący
układ kaskadowy
hamowanie mechaniczne
hamowanie elektryczne
hamowanie elektryczne oporowe
hamowanie elektromagnetyczne
hamowanie odzyskowe
hamowanie przeciwprądowe
hamowanie powietrzne
hamowanie wodne
hamowanie olejowe

d. **Warunki pracy**

moment obrotowy
moment rozruchowy
moment krytyczny
moment hamujący
moment odporowy
prędkość stała
prędkość zmienna
prędkość regulowana
regulacja ciągła
regulacja przy stałej mocy
regulacja przy stałym momencie
regulacja skokowa
regulacja zgrubna
regulacja zdrobna
dokładność regulacji
liczba stopni regulacji
prędkość nastawiona
prędkość regulacji
wzrost prędkości
spadek prędkości
prędkość synchroniczna
prędkość nadsynchroniczna
prędkość podsynchroniczna
przyśpieszenie stałe
przyśpieszenie zmienne
przyśpieszenie malejące; przyśpieszenie zanikowe
opóźnienie stałe
opóźnienie zmienne
opóźnienie malejące

2. **ZASTOSOWANIA**

dźwignica
żóraw obrotowy
żóraw przewoźny
dźwigarka bramiasta
suwnica
dźwig
dźwig ciągły; dźwig okrężny
szyb dźwigowy
prowadnice szybowe
klatka (dźwigu)
wyłącznik piętrowy
maszyna wyciągowa; wyciąg
dźwig; dźwigarka
wskaźnik głębokości
hamulec bezpieczeństwa
nastawnik (wyciągu)
tokarka
wiertarka
strugarka
gryzarka
dłutownica
szlifierka
przewietrznik; wentylator
przewietrznik śmigłowy
przewietrznik stołowy
przewietrznik pułapowy
sprężarka
dmuchawa
pompa tłokowa
pompa wirowa odśrodkowa
pompa próżniowa
rynna wstrząsana
walcarka
samotoki
maszyna papiernicza; papiernica
silnik przenośny
silnik przewoźny
ciągnik elektryczny

Wydawnictwa nadesłane

KONORSKI BOLESŁAW, dr inż., prof. Politechniki Łódzkiej. PODSTAWY ELEKTROTECHNIKI. Tom I. Prąd stały. Pole elektryczne i magnetyczne. 1950, Warszawa, Trzaska, Evert i Michalski. Format 70×100, str. 512. — Spis rzeczy: I. Wstęp. Podstawy elektrotechniki. Kilka danych historycznych. — II. Wiadomości podstawowe. Jednostki podstawowe. Natężenie prądu. Napięcie, potencjał, siła elektromotoryczna. Przewodniki, półprzewodniki, izolatory. Obwód jednowymiarowy. Prawo Ohma. Prawo Joule'a. Pomiary wielkości elektrycznych. Opór elektryczny. Sposób pisania równań w elektrotechnice. Zależność oporu elektrycznego od warunków zewnętrznych. Pierwsze prawo Kirchhoffa. Równoległe połączenie oporów. Drugie prawo Kirchhoffa. Szeregowe połączenie oporów. Sposoby łączenia źródeł. Potencjały i spadki napięć w obwodach. Podział napięcia. Bilans mocy w obwodzie. — III. Teoria obwodów. Przekształcenia układów. Przekształcenie wielopromiennej gwiazdy na wielokąt. Obliczanie rozpływu prądów w obwodach prostych. Równoległe połączenie dwu źródeł prądu. Obliczanie rozpływu prądu w sieciach za pomocą prawa Kirchhoffa. Obliczanie rozpływu prądu przy pomocy przekształcenia układów. Metoda prądów obwodowych. Metoda potencjałów węzłowych. Zasada superpozycji. Zasada Thevenina. Metoda zwarcia punktów ekwipotencjalnych. Obwody nieliniowe. — IV. Chemiczne i fizjologiczne działanie prądu. Elektroliza. Ogniwa elektryczne. Polaryzacja. Akumulatory. Działanie fizjologiczne prądu. — V. Pole przepływowe prądu elektrycznego. Pojęcia i zależności podstawowe. Gęstość prądu w polu przepływowym. Natężenie pola przepływowego. Prawa Kirchhoffa w polu przepływowym. Prawo Ohma w polu przepływowym. Prawo Joule'a. Załamanie linii prądowych na granicy dwóch ośrodków o rozmaitych przewodnościach. Przykłady pól przepływowych. — VI. Pole elektryczne. Pojęcia podstawowe. Strumień dielektryczny. Twierdzenie Gaussa. Prawo Coulomba. Interpretacja zjawisk w polu elektrycznym. Napięcie i potencjał. Influencja elektryczna. Kondensatory. Przenikalność dielektryczna i przesunięcie dielektryczne. Kondensatory o środku dielektrycznym. Kondensatory warstwowe. Wytrzymałość dielektryczna. Załamanie się linii pola elektrycznego na granicy dwóch ośrodków o rozmaitych przenikalnościach dielektrycznych. Superpozycja potencjałów i natężeń w polu dielektrycznym. Pole ładunków liniowych. Graficzne metody wyznaczania pola elektrycznego i określenia pojemności układów. Energia kondensatora. Energia pola elektrycznego. Naprężenia makswelowskie. Kilka wiadomości o przepływie prądu elektrycznego przez gazy. — VII. Pole magnetyczne. Linie sił magnetycznych. Natężenie pola magnetycznego. Prawo Biot-Savarta. Prawo przepływu. Superpozycja natężeń pola magnetycznego. Potencjał magnetyczny i wirowość pola magnetycznego. Indukcja magnetyczna. Strumień magnetyczny. Indukcja elektromagnetyczna. Przemiany energii i przepływ ładunków przy indukcji elektromagnetycznej. Podstawowe prawo magnetyzmu. Przenikalność magnetyczna. Własności magnetyczne materii. Ferromagnetyzm. Załamanie linii pola magnetycznego na granicy dwóch ośrodków o rozmaitych przenikalnościach dielektrycznych. Obwody magnetyczne. Obliczanie obwodów magnetycznych. Magnesy trwałe. Samoindukcja. Indukcja wzajemna. Energia pola magnetycznego. Graficzne metody wyznaczania pola magnetycznego. Siły w polu magnetycznym. — VIII. Układy jednostek elektromagnetycznych. Nowoczesne układy czterojednostkowe. Układy absolutne. Układy zracjonalizowane i niezracjonalizowane. — Piśmiennictwo. Indeks rzeczowy. — Wyciąg z przedmowy autora: Dwa pierwsze tomy niniejszej pracy odpowiadają w przybliżeniu programowi pierwszych dwóch semestrów nauki Podstaw w wyższych szkołach inżynierskich. Tomy następne zawierać będą uzupełnienia teoretyczne i działy przeznaczone już raczej dla przyszłych magistrów elektrotechniki. Jednakże książka niniejsza nie jest tylko podręcznikiem. Autorowi wydawało się, że zbyt wąskie zakreślenie jej ram i dostosowanie ich do wymagań egzaminacyjnych byłoby, jak wszelka reglamentacja wiedzy, szkodliwe. Z tego powodu podejście do rozmaitych zagadnień stosowane jest w tej książce od strony właściwej analizy tych zagadnień i wyczerpania tematu, nie zaś od strony programowego minimum. Otrzymuje się w konsekwencji nieco większą objętość książki, zyskuje się jednak to, że może ona również służyć jako pomoc i przypomnienie tematu dla tych czytelników, którzy programem już się nie interesują, zatem dla inżynierów i samouków. Student uczący się do egzaminu może łatwo wydzielić to, co mu jest potrzebne dla jego celów; reszta służyć może do pogłębiania jego wiedzy. Natomiast szczególną uwagę i wysiłki poświęcono temu, aby treść tej książki była jasna, dowody zaś krótkie i proste, aby dostosować układ do nowoczesnych pojęć i teorii, wreszcie aby zachować ścisłość bez podnoszenia poziomu stawianych czytelnikowi wymagań. Z tego powodu też nie posiłkowano się w rozważaniach analizą wektorową i nie stosowano trudniejszych wywodów matematycznych.

BEZPIECZEŃSTWO PRACY PRZY URZĄDZENIACH ELEKTRYCZNYCH. Praca zbiorowa Stowarzyszenia Elektryków Polskich. Wykłady wygłoszone na pierwszym kursie dla wykładowców bezpieczeństwa pracy przy urządzeniach elektrycznych w Warszawie, w styczniu 1949 roku. 1950, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B5, str. 204. — Spis rzeczy: Z. Karasiński. Działania prądu elektrycznego na organizm ludzki. Działanie fizjologiczne prądu elektrycznego. Opór i pojemność ciała ludzkiego. Droga przepływu prądu i częstotliwość. Natężenie i czas przepływu prądu. Napięcie dotyku i wpływ wysokości napięcia. Wpływ stanu psychicznego i fizycznego. Wpływ warunków zewnętrznych. Zestawienie najważniejszych danych. Bibliografia. — Z. Hasterman. Bezpieczeństwo pracy przy urządzeniach wewnętrznych wysokiego napięcia. Wpływ konstrukcji rozdzielni na problem bezpieczeństwa. Wyłączniki. Odłączniki mocy. Odłączniki. Transformatory napięciowe (przekładniki). Przekładniki prądowe. Odgromniki. Bezpieczniki. Zabezpieczenie od przerzutu napięcia. Praca w rozdzielniach wewnętrznych wysokiego napięcia. Uziemienia. Pomiar uziemień. Walka z ogniem. Oświetlenie. Transporty. — J. Miller. Bezpieczeństwo pracy na sieciach napowietrznych wysokiego i niskiego napięcia. Kopanie dołów. Transport i załadowanie materiałów. Stawianie i obalanie słupów. Ogólne warunki bezpieczeństwa pracy przy liniach napowietrznych: przygotowanie materiałów i naciąganie przewodów; roboty na słupach; prace w pobliżu szlaków komunikacyjnych. Prace na liniach wysokiego napięcia: praca w liniach bez napięcia; praca na liniach bez napięcia, lecz w pobliżu innej linii będącej pod napięciem; praca na liniach dwutorowych na torze bez napięcia, gdy drugi tor jest pod napięciem; praca na liniach pod napięciem; praca przy konstrukcjach wsporczych bez wchodzenia na słup, praca połączona z wchodzeniem na słup, praca związana z wymianą części słupa. Praca na liniach niskiego napięcia. Praca na punktach rozgałęźnych i na podstacjach słupowych. Obchody linii. Malowanie słupów żelaznych. Usuwanie drzew rosnących w pobliżu przewodów. Pomiary zwisów. Pomiar oporności słupów. Sprawdzanie izolatorów wisiorowych podczas pracy linii. Bibliografia. — St. Bladowski. Bezpieczeństwo pracy na sieciach kablowych wysokiego i niskiego napięcia. Odpowiedzialność za wypadki. Sposoby wykonywania bezpiecznej pracy: wskazówki bezpieczeństwa przy transporcie kabla; kopanie rowów; układanie kabla w rowie; montowanie muf; układanie kabli w budynkach. Prace przy eksploatacji sieci kablowej: rozpoznanie kabli; przecinanie kabla; prace na sieci kablowej pod napięciem; otwieranie muf złączowych wysokiego napięcia; rozładowywanie wyłączonych kabli; uziemianie ochronne powłok ołowianych i pancerzy kabla. Pomiary i dokumentacja. Bibliografia. — St. Bladowski. Zabezpieczenia przed porażeniami w urządzeniach elektrycznych. Izolacja miejsca pracy. Uziemienia ochronne: napięcie dotyku przy przebiciu jednej fazy do ziemi; napięcie dotyku przy przebiciu izolacji do ziemi w dwóch fazach przy nieuziemionym punkcie zerowym transformatora; warunki samowyłączania przy uziemieniu ochronnym; własności uziemień. Zerowanie: wielkość napięcia dotyku przedmiotów zerowanych; warunki samowyłączania przy zerowaniu; przypadki powstania przerwy w przewodzie zerowym. Porównanie ochrony przez uziemienie i zerowanie. Jednoczesne stosowanie uziemienia i zerowania (zakaz). Stosowanie rur wodociągowych zakopanych w ziemi i powłok kablowych jako uziomów. Wyłączniki ochronne: wyłączniki ochronne działające pod wpływem natężenia prądu zwarcia z ziemią; wyłączniki ochronne działające pod wpływem spadku napięcia; wyłączniki ochronne, których działanie opiera się na zmianie napięcia między punktami zerowymi; wyłączniki ochronne działające przy powstawaniu różnicy prądów. Bibliografia. — J. Wolski. Sprzęt ochronny. Osłony i ogrodzenia. Sprzęt ochronny izolujący: pomosty izolacyjne; dywaniki i chodniki izolacyjne; kalosze gumowe; buty gumowe; rękawice gumowe; narzędzia izolowane; drążki izolacyjne, cęgi izolacyjne. Urządzenia do chwilowego zwierania i uziemienia. Przyrządy służące do rozpoznania obecności napięcia. Sprzęt zapobiegający upadkowi przy pracy ze znacznej wysokości. Tablice ostrzegawcze. Kompletowanie sprzętu ochronnego. Przechowywanie i wydawanie sprzętu ochronnego. Ewidencja sprzętu ochronnego. Ogólne wskazówki oględzin i badania sprzętu ochronnego. Bibliografia. — St. Niebrój. Objawy kliniczne. Zmiany anatomo-patologiczne. Rokowanie. Zapobieganie porażeniom. Ratownictwo. Bibliografia. — A. Synowiec. Metody sztucznego oddychania za pomocą przyrządów. Przyrząd do sztucznego oddychania (inhabad). Przyrząd oddechowy cucący do doprowadzania ratowanemu czystego tlenu. Przyrząd oddechowy cucący do doprowadzania ratowanemu tlenu z dodatkiem dwutlenku węgla. Wskazówki dla osób obsługujących przyrządy oddechowe cucące. Pulmotor. — I. Baran. Badania statystyczne wypadków przy urządzeniach elektrycznych. Karta statystyczna. Ilość i jakość masy obserwacyjnej. Podziały statystyczne. Interpolacja i ekstrapolacja. Miary wypadkowości. — St. Pławski. Ważniejsze przepisy obejmujące zagadnienia bezpieczeństwa i higieny pracy. Akta ustawodawcze. Rozporządzenia wykonawcze. Okólniki. Inne. Wydawnictwa Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

—

BARAN IGNACY, inż. ŚWIATŁO I PRACA. II wydanie znacznie rozszerzone. 1950. Ministerstwo Pracy i Opieki Społecznej. Seria ochrony pracy. Format A5, str. 148, rys. 30. Cena zł 200. — Spis rzeczy: I. Wiadomości ogólne o oświetleniu. Właściwości światła. Wpływ oświetlenia na bezpieczeństwo pracy. Rentownoć racjonalnego oświetlenia. Pojęcia i jednostki stosowane w technice oświetleniowej. — II. Światło dzienne. Systemy oświetlenia dziennego. Oświetlenie boczne. Oświetlenie górne. Zalety i wady oświetlenia dziennego. — III. Światło sztuczne. Systemy oświetlenia sztucznego. Dobór jasności i barwy oświetlenia. Obliczanie jasności oświetlenia wnętrz. Zwiększanie jasności oświetlenia. Równomierność oświetlenia. — IV. Załączniki. Tabela jasności średnich przy oświetleniu ogólnym. Wpływ barwy na widzenie. Literatura. — Z przedmowy do II wydania: Brak publikacji dotyczących oświetlenia zakładów pracy daje się obecnie odczuwać szczególnie dotkliwie, gdyż w sześcioletnim planie gospodarczym przewidziano znaczne kwoty na uzdrowienie warunków bezpieczeństwa i higieny pracy. W kwotach tych niepoślednią pozycję zajmują nakłady na usprawnienie warunków oświetlenia. Racjonalne wykorzystanie przewidzianych nakładów zależy przede wszystkim od znajomości zagadnień oświetleniowych przez osoby, dysponujące tymi nakładami, a więc przez kierownictwo zakładów pracy i przez referaty bezpieczeństwa i higieny pracy. Niniejsza publikacja ma ułatwić tym czynnikom właściwą gospodarkę kredytami przeznaczonymi na racjonalizację oświetlenia.

TRZEBIATOWSKI W., dr, prof. Uniwersytetu i Politechniki we Wrocławiu. ZARYS RENTGENOGRAFICZNEJ ANALIZY STRUKTURALNEJ. Bibl. Hutnika, ser. B8. 1950, Katowice, Państw. Wydawn. Techn. Format B5, 263 str., 163 rys., 39 tabl. Cena 1900 zł. — Spis rzeczy: I. Wzbudzanie i właściwości promieni rentgenowskich. Widmo ciągłe i charakterystyczne. Teoria wzbudzania promieni rentgenowskich. Metodyka otrzymywania promieni rentgenowskich. Własności promieni rentgenowskich. II. Struktura ciał krystalicznych. Symetria postaci krystalicznych. Sieć przestrzenna. III. Interferencja promieni rentgenowskich. Geometria interferencji. Natężenie promienia interferencyjnego. Cel i metody rentgenograficznej analizy strukturalnej. IV. Metoda Lauego. Opis metody. Wyznaczenie klasy symetrii kryształu. Statystyka reflektujących płaszczyzn sieciowych. Wyznaczenie orientacji monokryształów. V. Metody monochromatyczne. Metoda Bragg'a. Metody obrotu pojedynczego kryształu. Goniometria rentgenowska. Metody proszkowe. VI. Ogólny bieg analizy strukturalnej. Wyznaczenie komórki sieciowej i jej zawartości. Wyznaczenie grupy translacyjnej i przestrzennej. Wyznaczenie współrzędnych atomów. Analiza harmoniczna. VIII. Przykłady struktur ciał krystalicznych. Klasyfikacja struktur. Opis struktur. Elementy krystalochemii. — Z przedmowy wydawcy: „Zarys rentgenograficznej analizy strukturalnej" jest podręcznikiem naukowym, utrzymanym na wysokim poziomie, mającym na celu zapoznanie szerszych kół naszych inżynierów-metalowców, fizyko-chemików, fizyków i studentów szkół akademickich z metodami rentgenograficznego badania budowy ciał krystalicznych oraz z zastosowaniami praktycznymi owych metod.

KOMUNIKATY S. E. P.

Kandydatury na członków SEP. W myśl § 12 statutu SEP ogłasza się następującą listę kandydatów na członków zwyczajnych Stowarzyszenia:

ODDZIAŁ BYDGOSKI

Dziedzic Mieczysław, Bydgoszcz, Dworcowa 49/13
Kujawa Władysław, Pakość, Rynek 15
Lederman Tadeusz, Bydgoszcz, Garbary 30
Rosiński Edmund, Bydgoszcz, Cmentarna 50
Steinke Alfons, Chojnice, Dworcowa 28
Wojciechowski Zbigniew, Bydgoszcz, Wł. Bełzy 18

ODDZIAŁ GDAŃSKI

Abramowicz Władysław, Gdańsk-Siedlice, Kościelna 1 m. 2
Andrysiak Bernard, Gdynia, Kapitańska 37/40c
Arciszewski Jerzy, Gdańsk, Biskupia Góra 23
Arszennik Włodzimierz, Wrzeszcz, Jaśkowa Dolina 40 m. 5
Babiński Czesław, Darłowo, pow. Stawno
Baczkowski Stanisław, Wrzeszcz, Jaśkowa Dolina 36/5
Baczyński Mikołaj, Gdynia-Grabówek, Okrzeji 14/21
Bakal Sławomir, Wrzeszcz, Kręta 9
Balewski Józef, Gdańsk, Wrocławska 1/1
Bałamoszczek Ber, Starogard, Wł. Jagiełły 1
Banach Zygmunt, Wrzeszcz, Libermana 43/2
Banach Zygmunt-Zbigniew, Sopot, Dr Kubacza 2/3
Baniewicz Józef, Bytów, Dworcowa 1
Baran Wacław, Toruń, Studzienna 21/9
Barański Adam, Wrzeszcz, Sobótki 26 m. 6
Barcik Stanisław, Słupsk, Przemysłowa 121
Baraj Józef, Gdynia, Witomino
Bartmański Henryk, Wrzeszcz, Kossaka 2/9
Bartosik Stanisław, Wrzeszcz, Kręta 9
Bartoszewicz Jan, Gdynia, Grunwaldzka 19 m. 12
Bartoszewicz Marian, Wrzeszcz, Roosevelta 92/3
Bartoszewicz Dariusz, Wrzeszcz, Podleśna 10/3
Barosiński Eugeniusz, Oliwa, Podhalańska 6/2
Bazgier Wiesław, Oliwa, Abrahama 25 c
Bednarski Tadeusz, Gdańsk-Dolny, Dziewanowskiego 10/12
Bekiel Kordian, Oliwa, Poznańska 34
Bendyk Zygmunt, Gdynia, Śląska 33/16
Bette Jerzy, Wrzeszcz, Uphagena 5
Bezpalko Władysław, Wrzeszcz, Zieleńskiego 43
Bielniak Karol, Gdańsk-Siedlice, Malczewskiego 113/2
Bieliński Ludomir, Wrzeszcz, Wileńska 42/1
Bogacz Kazimierz, Oliwa, Westerplatte 26
Bogaczyk Jan, Sopot, Pstrowskiego 6
Boguszewski Bogdan, Wrzeszcz, Sienkiewicza 1/4
Bogdanowicz/ Janusz, Oliwa, Sprzymierzonych 9/3
Borkiewicz Telesfor, Wrzeszcz, Partyzantów 59
Borkowski Mieczysław, Gdynia, Śląska 42/1
Borkowski Bronisław, Wrzeszcz, Roosevelta 108/1
Borowski Longin, Gdańsk, Biskupia 23 a
Borowski Mieczysław, Wrzeszcz, Wassowskiego 13/2
Borowski Edward, Gdynia, Starowiejska 47
Borowski Józef, Wrzeszcz, Grunwaldzka 42/4
Borozin Władysław, Elbląg, Sienkiewicza 4/5
Bortkiewicz Władysław, Oliwa, Bitwy Oliwskiej 28
Borucki Zdzisław, Wrzeszcz, Grodzieńska 14
Brensztajn Jerzy, Sopot, Powstańców Warszawy 77
Brodowski Bartłomiej, Gdynia, Daszyńskiego 22/3
Brzostowski Bolesław, Wrzeszcz, Wojska Polskiego 16 m. 2
Bugiera Marceli, Wrzeszcz, Chrzanowskiego 28/2
Busch Kazimierz, Gdańsk, Żabi Kruk 59b/1
Ceglarz Roman, Gdynia, Morska 121a
Chartowicz Jan, Orunia, Ptasia 19
Chorożyński Jan, Wrzeszcz, Wajdeloty 23/8
Chmiel Franciszek, Gdańsk, Ołowiańska 1a
Chmielewski Antoni, Gdynia, Sienkiewicza 27
Chowaniec Antoni, Orłowo, Wrocławska 98
Chybicki Antoni, Gdańsk-Leśniewo, Niecała 7/4
Ciba Tomasz, Wrzeszcz, Kolonia Uroda 56
Ciechanowicz Stanisław, Oliwa, Liczmańskiego 21
Cieszyński Ryszard, Gdynia, Starowiejska 28/6
Cilkowski Brunon, Tczew, Wawra 4
Ciszewski Zdzisław, Sopot, Czerw. Armii 38
Ciszewski Tadeusz, Elbląg, Brzeska 4/1
Ciuraszkiewicz Wiktor, Gdynia, Władysława IV 25
Cukiernik Antoni, Lębork, Orlińskiego 2a
Cwikła Longin, Oliwa, Liczmańskiego 18/3
Czaika Franciszek, Elbląg, Kościuszki 73
Czech-Cisek Bogusław, Wrzeszcz, Grunwaldzka 140/4
Czepański Jan, Malbork, Kraszewskiego 26
Czernowałów Jerzy, Orłowo, Druskienicka 40
Czerwiński Franciszek, Elektrownia Staszyn pow. Gdańsk
Danysz Edmund, Wrzeszcz, Traugutta 51/1
Damec Emilian, Gdynia, Weyherowska 16
Damer Jan, Kartuzy, Kościuszki 9
Damps Jan, Oksywie, Dykmana 23
Damrat Marian, Chylonia, Chylońska 233/4
Dabrowski Witold, Elbląg, Pomorska 27
Dela Bronisław, Tczew, Plac Dworcowy
Dembski Antoni, Słupsk, Kaszubska 12/2
Demond Jerzy, Elbląg, Fałata 99/2
Dębski Józef, Starogard, Gimnazjalna 2/2
Dębski Zdzisław, Gdańsk, Powst. Warszawskich 22/5
Dębski Jerzy, Gdańsk, Powst. Warszawskich 22/5
Dobka Stanisław, Elbląg, Pionierska 42/5
Dokudowicz Wincenty, Orunia, Brzegi 41/7
Dombrzalski Edmund, Oliwa, Kasprowicza 6/1
Dosz Józef, Starogard, Świerczewskiego 17a
Drążkowski Tadeusz, Tczew, Gdańska 40
Drozdalski Alojzy, Oliwa, Słoneczna 15/6
Drzaniński Tadeusz, Wrzeszcz, Modrzewskiego 7/4
Dudek Józef, Wrzeszcz, Witosa 51/1
Dudek Stanisław, Gdynia, Świętojańska 61/6
Dumonia Edward, Wrzeszcz, Rokossowskiego 38
Duras Czesław, Wrzeszcz, Zbyszka z Bogdańca 30
Duszyk Jerzy, Wrzeszcz, Pestalozzego 18
Dutkowski Zdzisław, Wrzeszcz, Jaśkowa Dolina 6b/7
Dzimiszkiewicz Jan, Słupsk, Wita Stwosza 2/2
Dziedzic Andrzej, Wrzeszcz, Żołnierza Tułacza 8
Dziuba Antoni, Wrzeszcz, Grunwaldzka 4/7
Falkiewicz Bonifacy, Sopot, Dr Majkowskiego 26/5
Falkowski Czesław, Sopot, Langiewicza 4
Felic Ryszard, Sopot, 23 Marca 6
Ferit Stanisław, Wrzeszcz, Bol. Chrobrego 40/5
Fiłonik Michał, Oliwa, Polanki 96/1
Fitz Jan, Gdynia, Kryniewieckiego 23
Flakowski Wacław, Elbląg, Próchnika 32/5
Foksa Antoni, Wrzeszcz, Modrzewskiego 5/3
Folga Zbigniew, Wrzeszcz, Chopina 8/2
Frankowicz Roman, Sopot, Grunwaldzka 54/7
Frąckiewicz Stanisław, Słupsk, Kilińskiego 35
Frączyk Jan, Letniewo, Starowiejska 38/4
Fuitak Edmund, Wrzeszcz, Kościuszki 3/5
Gabski Zygmunt, Gdynia, Władysława IV 23/18
Gaj Tadeusz, Wrzeszcz, Partyzantów 58b/4
Gajda Arkadiusz, Tczew, Podgórna 14
Gajkowski Jerzy, Starogard, Wojska Polskiego 12
Gałuszko Michał, Wrzeszcz, Niedziałkowskiego 36/6
Gałuszko Edmund, Wrzeszcz, Niedziałkowskiego 36/6
Gapski Józef, Gdynia, Czerw. Kosynierów 106/15
Gądek Zbigniew, Elbląg, Brzeska 4/5
Gagała Zdzisław, Gdynia, Waryńskiego 22/1
Gier Władysław, Gdańsk, Ołowiańska 1a
Gieszczykiewicz Stefan, Gdynia, Pomorska 23/2
Glasner Ryszard, Gdynia, Czerw. Kosynierów 106/38
Glasner Władysław, Gdynia, Czerw. Kosynierów 106/38
Glegolski Stanisław, Sopot, Kolejowa 2/7
Gładkowski Tomasz, Gdynia, Czerw. Kosynierów 118
Główczyk Zenon, Wrzeszcz, Śmiała 12/4
Główczyński Zdzisław, Wrzeszcz, Sienkiewicza 9/8
Gniewoski Antoni, Słupsk, Przemysłowa 121
Godlewski Eugeniusz, Wrzeszcz, Kościuszki 9c/5
Gohr Józef, Puck, Kwiatkowskiego 4
Gorwa Jan, Pruszcz, Witosa 1
Góral Jan, Malbork, Jagiellończyka 1
Grobelny Władysław, Lebień, woj. Gdańskie
Gross Tadeusz, Słupsk, Długosza 13e/2
Groht Gerard, Wrzeszcz, Pruska 1/2
Grużewski Ryszard, Sopot, Wł. Jagiełły 6/1
Gryc Albert, Gdańsk, Maryn. Polskiej 177a/48/6
Gryczko Bolesław, Oliwa, Sprzymierzonych 100
Gryszka Zdzisław, Słupsk, Rybacka 19/7
Grzegorek Jan, Gdańsk, Nowy Port, Wolności 2/1
Grzybowski Czesław, Grudziądz, Kościuszki 6a/6
Grzywiński Jan, Gdańsk, Zamenhofa 29/4
Gumiński Antoni, Sopot, Bieruta 23/3
Gurgul Władysław, Gdańsk, Grobla Angielska 16/26
Gwizdała Edmund, Gdynia, Bema 5/6
Gwożobziewicz Alfred, Oliwa, Liczmańskiego 5
Hage Włodzimierz, Słupsk, Kołłataja 33/4
Henke Aleksander, Wrzeszcz, Grunwaldzka 2/5
Hnatowiec Jan, Wrzeszcz, Traugutta 62
Hołota Józef, Oksywie,
Hoppenheit Kazimierz, Wrzeszcz, Paderewskiego 5
Huebel Józef, Orunia, Ramiłła 9/10
Huk Eugeniusz, Elbląg, Słowackiego 30
Ilcewicz Konrad, Gdańsk, Przyokopowa 8/3
Iwancz Stanisław, Elbląg, Długa 6/9
Iwanow Włodzimierz, Elbląg, Mickiewicza 26/7
Iwanow Kazimierz, Wrzeszcz, Libermana 21/2
Iwanowski Zbigniew, Wrzeszcz, Montwiłła Mireckiego 2/2
Iwanowski Tadeusz, Wrzeszcz, Towarowa 17
Jachnia Tadeusz, Oliwa, Drożyny 3
Janczewski Jan, Sopot, Bieruta 70/2
Jankowski Józef, Wrzeszcz, Lendziona 4c/6
Janowski Ryszard, Gdańsk Siedlice, Brukowa 9
Jarosz Wacław, Orłowo, Świerkowa 48/2
Jaroszewski Romuald, Wrzeszcz, Dzielna 19/1
Jaroszewski Włodzimierz, Wrzeszcz, Batorego 47/3
Jasiński Jerzy, Gdańsk, Legnicka 1/5
Jasiński Zdzisław, Nowy Port, Wolności 62/1
Jasiński Bolesław, Wrzeszcz, Lendziona 9/10 m. 2
Jaskulski Paweł, Tczew, Królowej Jadwigi 7
Jastrzębski Hieronim, Lebork, Witosa 3/6
Jaśkiewicz Mieczysław, Sopot, B. Joselewicza 7
Jaworski Edmund, Bietkowo, poczta Kolbudy
Jezierski Kazimierz, Gdynia, Olsztyńska 21/4
Jezierski Wiktor, Wiesław, Sizyn, gm. Zągoły, pow. Płock
Jędroszko Kazimierz, Gdynia, Zawiszy Czarnego 1
Jocher Jan, Gdańsk-Siedlice, Kartuska 52 m. 2
Józefowicz Bronisław, Danowo, poczta Mosty
Jung Bronisław, Oliwa, Świętojańska 10
Jurkowski Julian, Gdynia, Starowiejska 25/6
Jusewicz Stanisław, Gdańsk, Hotel Orbis
Kaczorowski Roman, Wrzeszcz, Roosevelta 93/1
Kalinowski Alfons, Gdynia, Warszawska 40/11
Kanabus Bolesław, Lębork, Kościuszki 5
Kamiński Tadeusz, Wrzeszcz, Kochanowskiego 76 m. 4
Kamiński Bronisław, Słupsk, Przemysłowa 115/2
Kapiński Tadeusz, Wrzeszcz, Chopina 14/1
Kapliński Adam, Kraków, Kasprowicza 13
Karolczak Edward, Sopot, Rokossowskiego 13
Kasprowicz Hieronim, Gdańsk, Kolejowa 7/1
Kasprzak Antoni, Wrzeszcz, Kręta 50
Kawałkowski Jan, Oliwa, Piastowska 31/5
Kazigrotowicz Konstanty, Wrzeszcz, Jaśkowa Dolina 35
Kazimierczyk Roman, Gdańsk-Pohulanka, Odrzańska 5/2
Kiedrowski Czesław, Gdańsk, Dziewanowskiego 7/6
Kierczyński Izydor, Elbląg, Elektryczna 10/1
Kijuć Bolesław, Wrzeszcz, Kolejarzy 6/2
Kiprowski Paweł, Gdańsk, Biskupia 30/3
Kirski Bernard, Gdynia, Krasickiego 45/2
Kisielewski Konrad, Sopot, Kościuszki 3

Klamann Jan, Elbląg, Krakusa 6a
Klimała Stefan, Gdańsk, Jana z Kolna 8/20
Klimaszewski Władysław, Wrzeszcz, Podleśna 24/2
Klocek Andrzej, Sopot, Grottgera 15/4
Kłosiński Stanisław, Kopernika 10
Kłuskiewicz Adam, Sopot, Chrobrego 47/49 m. 9
Knopkiewicz Bogumił, Gdańsk, Ołowiańska 1a/5
Kohalski Zdzisław, Wrzeszcz, Kochanowskiego 536
Kolłowski Jan, Bolszewo, pow. Morski
Kolydza Kazimierz, Gdynia, Migały 43
Kołakowski Wiesław, Wrzeszcz, Wybickiego 3
Kołodziej Michał, Gdynia, Sienkiewicza 7/6
Kołomecki Paweł, Wrzeszcz, Kossaka 4/5
Komorowski Ludwik, Gdynia, Morska 118
Konera Franciszek, Starogard, Gen. Świerczewskiego 17a
Konkol Klemens, Orunia, Pierackiego 4
Kopciowicz Bernard, Lębork, plac Wolności 1/3
Korob Władysław, Gdańsk-Siedlice, Wyczółkowskiego 67
Korwel Michał, Wrzeszcz, Śniadeckich 4/1
Kowiński Mieczysław, Nowy Port, Sportowa 23/7
Kossakowski Kazimierz, Sopot, Grunwaldzka 96/2
Kostecki Michał, Wrzeszcz, Własna Strzecha 18
Kosmowski Witold, Nowy Port, Mylna 2
Kostro Wojciech, Wrzeszcz, Zbyszka z Bogdańca 90
Koszmider Witold, Pelplin, Kościuszki 17
Koszuik Zygmunt, Starogard, Nowowiejska 3
Kotwinowski Jan, Pszczółki, Tczewska 13
Kotomicz Janusz, Gdynia, Skwer Kościuszki 20/3
Kowalik Julian, Gdynia, Mazurska 10/4
Kowalski Mieczysław, Gdańsk, Kartuska 56/2
Kowalski Józef, Gdańsk, Tobrucka 30/4
Kowalski Henryk, Wrzeszcz, Lwowska 8/1
Kozicki Benedykt, Gdańsk, Łąkowa 31/8
Kozłowski Józef, Gdańsk, Cygańska Góra 7b
Kozłowski Konrad, Sopot, Czyżewskiego 9/2
Koźmierek Zygmunt, Gdynia, Czerw. Kosynierów 72
Krajka Zygmunt, Wrzeszcz, Kochanowskiego 20c/6
Kralczyński Józef, Wrzeszcz, Zbyszka z Bogdańca 77/1
Krasnowski Józef, Sopot, Rokossowskiego 21 m. 2
Kraskowski Jerzy, Wrzeszcz, Chrzanowskiego 34/2
Krawczuk Henryk, Królikarnia 20/5
Kręciała Józef, Elbląg, Okrzei 23/4
Kropacz Andrzej, Sopot, Podjazd 9/8
Kropiński Tadeusz, Gdańsk-Letniewo, Uczniowska 7
Krośnicki Jerzy, Elbląg, Próchnika 34/1
Krupa Mieczysław, Gdynia, Świętojańska 130/6
Krzewiński Jan, Sopot, Stalina 771/4
Krzyżyński Franciszek, Oliwa, Mściwoja 11/34
Kucharek Jan, Wrzeszcz, Kościuszki 9d/4
Kuchta Leon, Oliwa, Polanki 94
Kuczora Teofil, Starogard, Mickiewicza 2
Kuczyński Gustaw, Ułańska 11/1
Kujalnik Ryszard, Sopot, Niedziałkowskiego 10
Kula Jan, Gdynia, Lęborska 1/2
Kupść Jerzy, Sopot, Krasickiego 10/3
Kurak Antoni, Wrzeszcz, Smoluchowskiego 10/7
Kurowski Zbigniew, Wrzeszcz, Winogronowa 22
Kurowski Kazimierz, Wrzeszcz, Witosa 42/2
Kurzaj Marian, Gdynia, Korzeniowskiego 25
Kusowski Kazimierz, Gdańsk, Świętojańska 47 m. 2
Kuta Jan, Oliwa, Mahowskiego 4/5
Lackowski Alfons, Gdynia, Syrokomli 2
Lary Jan, Gdynia, Wielkopolska 50a
Leszczyński Kornel, Nowy Port, Parafialna 15a/2
Lewandowski Tadeusz, Elbląg, Świerkowa 27/3
Lewandowski Konrad, Elektrownia Staszyn, pow. Gdańsk
Lewicki Tadeusz, Wrzeszcz, Jaśkowa Dolina 23/5
Libera Jan, Elbląg, Obożna 21
Libura Walerian, Oliwa, Czerw. Sztandaru 95
Lipowski Alfons, Wrzeszcz, Libermana 30/31 m. 3
Lisiński Stanisław, Sopot, 3 Maja 13/3
Liszcz Władysław, Wrzeszcz, Roosevelta 37/1
Liwczak Longin, Słupsk, Wyspiańskiego 9/6
Lorenz Stefan, Sopot, Chrobrego 48
Lutkiewicz Mieczysław, Wrzeszcz, Grodzieńska 28
Lancewicz Michał, Wrzeszcz, Śmiała 10/2
Łańcucki Jerzy, Nowy Port, Oliwska 53/54
Łączyński Henryk, Wrzeszcz, Grunwaldzka 75/6
Łobaczewski Czesław, Orunia, Dworcowa 7/5
Łochot Edmund, Elbląg, Mickiewicza 20/6
Łuczyński Maciej, Wrzeszcz, Chopina 15/1
Łukasik Zdzisław, Wrzeszcz, Partyzantów 59
Łukaszewski Mieczysław, Gdynia, Mickiewicza 19/4
Łypaczewski Lucian, Słupsk, Mostowa 2/5
Maciejewski Józef, Wrzeszcz, Jaśkowa Dolina 25
Maciejowski Marian, Sopot, B. p. Płowcami 25
Magnuski Andrzej, Oliwa, Grottgera 12/2
Majewski Mieczysław, Sopot, Kościuszki 56
Majkowski Roman, Sopot, Kościuszki 33c
Makarski Władysław, Gdańsk-Siedlice, Legnicka 6/5
Makowski Leon, Tczew, Nowa 4
Malara Edmund, Wrocław, Pomorska 27/6
Malawski Kazimierz, Wrzeszcz, Niemcewicza 28/2
Malerewski Adolf, Elbląg, Słowackiego 10/4
Malicki Stanisław, Oliwa, Opacka 12a
Malko Inocenty, Sopot, Czerw. Armii 95/6
Małkiewicz Edmund, Wrzeszcz, Wyspiańskiego 11/3
Małolepszy Józef, Oliwa, Drzymały 8
Mancewicz Michał, Gdańsk, 3 Maja 25/84
Mandat Bogusław, Gdynia, Czerw. Kosynierów 106
Mańkowski Jerzy, Wrzeszcz, Klonowicza 2a/8
Markowski Jan, Słupsk, Wyspiańskiego 9/6
Markowski Stefan, Gdańsk, Olsztyńska 5
Markwitz Edmund, Gdynia, Czerw. Kosynierów 13/6
Martewicz Mieczysław, Elbląg, Fałata 101
Marunkowski Józef, Wrzeszcz, Niedziałkowskiego 25/9
Masłowski Kazimierz, Gdańsk-Siedlice, Wrocławska 15/2
Matkowski Stanisław, Gdańsk, Łąkowa 34/4
Mazgajski Józef, Sopot, 3 Maja 44
Mazurek Mieczysław, Wrzeszcz, Matki Polki 7/8
Mazurkiewicz Andrzej, Wrzeszcz, Libermana 37 m. 4
Michalski Janusz, Gdańsk, Wronia 11/1
Michniewicz Marian, Wrzeszcz, Dzielna 80/2
Mikołajczyk Stefan, Elbląg, Orężna 13
Mikłaszewicz Edward, Lębork, Czołgistów 2
Milanowicz Jan, Wrzeszcz, Grunwaldzka 156/10
Milewski Stefan, Oliwa, Słupsk 28
Mironowicz Edward, Gdańsk-Siedlice, Brukowa 8
Mirski Jerzy, Sopot, Jagiełły 9/1
Misztal Mieczysław, Wrzeszcz, Karłowicza 61b/4
Morawski Włodzimierz, Czarna Woda, woj. Gdańskie
Morawski Janusz, Wrzeszcz, Brzozowa 1/7
Moyseowicz Adolf, Wrzeszcz, Aldony 2/8
Możejko Czesław, Gdańsk, Skotnicka 13/1
Mroczkowski Stanisław, Wrzeszcz, Sienkiewicza 6/7
Mroczkowski Kazimierz, Wrzeszcz, Konrada Wallenroda 8/5
Mróz Antoni, Sopot, Chopina 23
Mróz Henryk, Sosnowiec, Bieruta 29/15
Munia Edward, Gdańsk, Dziewanowskiego 7
Musialik Andrzej, Sosnowiec, Orla 3b
Musiał Kazimierz, Gdańsk, Ołowianka 1c/14
Najwer Kazimierz, Swibno, pow. Gdański
Napiórkowski Ryszard, Wrzeszcz, Dr Kubacza 32
Niemyski Zbigniew, Gdańsk, Okrąg 14/16 m. 1
Niklas Oskar, Słupsk, Przemysłowa 113/2
Niziołek Czesław, Maszewo, Obotrytów 3
Noga Czesław, Wrzeszcz, Zbyszka z Bogdańca 55/2
Nowak Zbigniew, Słupsk, Gen. Pankowa 20/5
Nowak Wincenty, Wrzeszcz, Lelewela 8/14
Nowak Zbigniew, Gdańsk-Siedlice, Na Zboczu 30/2
Nowak Jerzy, Tczew, Lipowa 3
Nowicki Roman, Sopot, Wybickiego 45/2
Obarek Tadeusz, Orunia, Szkocka 3
Ogrzewalski Zbigniew, Wrzeszcz, Bracka 1/1
Ogulewicz Bronisław, Gdańsk, Siennicka 47/8
Okroj Brunon, Lipsk, Deotymy 24
Olejak Leszek, Słupsk, Przemysłowa 121
Opaliński Władysław, Elbląg, Wspólna 40
Orant Edmund, Orłowo, Aleja Zwycięstwa 259
Ornatowski Jerzy, Oliwa, Kaprów 9/2
Ostrowski Antoni, Wrzeszcz, Grunwaldzka 140/8
Otto Jan, Wrzeszcz, Wajdeloty 19 m. 2
Owczynnikow Michał, Wrzeszcz, Rokossowskiego 47/5
Owsiany Franciszek, Gdańsk, Lastadia 39b m. 3
Pacanowski Bogdan, Sopot, Podjazd 9/8
Pachowicz Eugeniusz, Malbork, Wiosenna 5/1
Paczkowski Antoni, Oliwa, Grottgera 22
Pajchel Jan, Wrzeszcz, Grunwaldzka 154/4
Paniczko Bolesław, Wrzeszcz, Lipowa 2
Pałasz Józef, Sopot, Kościuszki 4/1
Partes Tadeusz, Słupsk, Przemysłowa 121
Paszkowski Czesław, Elbląg, Traugutta 74
Paśnik Władysław, Wrzeszcz, Śmiała 12/6
Pawlak Edmund, Wrzeszcz, Pileckiego 8/10
Pawlina Włodzimierz, Gdańsk, Okrąg 14/16 m. 1
Pawłowski Jerzy, Gdańsk-Siedlice, Goszczyńskiego 12/1
Perkowski Czesław, Gdańsk-Siedlice, Goszczyńskiego 15/1
Pędzisz Stanisław, Wrzeszcz, Roosevelta 49/2
Piątek Franciszek, Starogard, Wojska Polskiego 12
Piotrowski Stanisław, Słupsk, Przemysłowa 111/2
Pichalski Jan, Wrzeszcz, Chopina 30/2
Pieślak Bolesław, Oliwa, Grunwaldzka 496/3
Pietruszak Jerzy, Wrzeszcz, Grodzieńska 20
Pietrzykowski Jan, Gdańsk-Siedlice, Kłosowa 4
Piotrowicz Alfons, Gdańsk, Grobla Angielska 7e/35
Pilecki Henryk, Elbląg, Chocimska 7
Pilipczuk Józef, Wrzeszcz, Nowowiejskiego 3/1
Piskorz Ryszard, Gdańsk, Jana z Kolna 31/40a m. 4
Pirszel Julian, Sopot, 23 Marca 83
Płachta Tadeusz, Gdańsk, Skotnicka 7b/6
Pławski Włodzimierz, Gdańsk-Siedlice, Kartuska 49 m. 4
Pohl Włodzimierz, Lębork, Polskich Marynarzy 5
Pokrzywniecki Arkadiusz, Wrzeszcz, Mickiewicza 39a/2
Połoczański Henryk, Wrzeszcz, Roosevelta 82/2
Popiołek Mieczysław, Słupsk, Konopnickiej 15/7
Prachno Zbyszek, Nowogard, Wojska Polskiego 45
Prokopów Eustachy, Elbląg, Płocka 11
Prus Edward, Oliwa, Szczecińska 48
Przedpełski Jerzy, Gdańsk, Kosynierów 6/19
Pull Jerzy, Wrzeszcz, Biała 14/3
Racki Stanisław, Wrzeszcz, Sochaczewska 8/2
Raczyński Stefan, Wrzeszcz, Żołnierza Tułacza 23
Radziecki-Mikulin Witold, Wrzeszcz, Libermana 20/4
Rajmański Aleksander, Gdynia, Portowa 3/8
Rajmański Kazimierz, Wrzeszcz, Zbyszka z Bogdańca 21
Rajmański Wilhelm, Wrzeszcz, Dekerta 2
Rak Jan, Wrzeszcz, Grodzieńska 2
Rasztawicki Michał, Wrzeszcz, Konopnickiej 12/3
Ratajski Feliks, Wrzeszcz, Batorego 19
Ratman Tadeusz, Gdynia, Tatrzańska 41/4
Rawicz-Mittelstaedt Andrzej, Wrzeszcz, Kochanowskiego 75/3
Redmerski Andrzej, Gdańsk, Kopernika 18/10
Reiter Franciszek, Wrzeszcz, Fahrenheita 2
Repka Czesław, Gdańsk, Zielona 7/2
Reszczyński Zdzisław, Elbląg, Okrzei 17/4
Richert Franciszek, Orłowo, Wrocławska 6
Rodnicki Jan, Wrzeszcz, Kościuszki 101/3
Romanowski Wacław, Gdańsk, Łąkowa 33/5
Rompa Franciszek, Lębork, Żymierskiego 24
Rosiński Jan, Słupsk, Poniatowskiego 38/1
Różycki Kazimierz, Oliwa, Grunwaldzka 499
Rudnicki Janusz, Wrzeszcz, Małachowskiego 3/3
Rutska Karyna, Oliwa, Podhalańska 11/5
Rybak Bronisław, Miastko, Kazimierza Wielkiego 4
Rydzyński Wincenty, Wrzeszcz, Mickiewicza 39a/3
Rzadkowski Feliks, Miastko, Kowalska 15
Rzedzicki Jerzy, Sopot, Sobieskiego 4
Rzeppa Edmund, Gdynia, Mostowa 11/8
Saitti Ferruccio, Nowy Port, Wolności 41/4
Sakowicz Stanisław, Wrzeszcz, Kościuszki 74/1

Przedpłata kwartalna:
normalna . . 27 zł
ulgowa . . 9 „
Cena niniejszego zeszytu . . 27 „

Adres Redakcji i Administracji:
Warszawa, ul. Czackiego 3/5, tel. 895-10/11/12/13/14/15/16/17/18
Prenumeratę należy wpłacać na konto PKO V-11831/110, PPK „Ruch", Oddział Wojewódzki, Poznań, ul. Kantaka 8/9

Ogłoszenia
1/1 str. . . . . 1500 zł
1/2 „ . . . . 900 „
1/4 „ . . . . 600 „
1/8 „ . . . . 360 „

CENNIK CZASOPISM TECHNICZNYCH NOTu

Nazwa czasopisma	Częstość wychodzenia	Cena nomin. zeszytu w 1951 r.	Przedpłata normalna			Przedpłata ulgowa		
			kwartalna	półroczna	roczna	kwartalna	półroczna	roczna
GRUPA A								
ARCHITEKTURA	mies.	15	45	90	180	18	36	72
GOSPODARKA WODNA	mies.	7,5	22,5	45	90	9	18	36
INŻYNIERIA I BUDOWNICTWO	mies.	9	27	54	108	9	18	36
PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY	mies.	9	27	54	108	9	18	36
PRZEGLĄD GEODEZYJNY	mies.	6	18	33	72	9	18	36
PRZEGLĄD MECHANICZNY	mies.	6	18	36	72	9	18	36
PRZEGLĄD PAPIERNICZY	mies.	4,5	13,5	27	54	9	18	36
PRZEGLĄD TECHNICZNY	mies.	9	27	54	108	4,5	9	18
PRZEGLĄD TELEKOMUNIKACYJNY	mies.	6	18	36	72	9	18	36
PRZEMYSŁ CHEMICZNY	mies.	12	36	72	144	9	18	36
TECHNIKA LOTNICZA	kwart.	6	6	12	24	3	6	12
TECHNIKA MORZA I WYBRZEŻA	mies.	6	18	36	72	9	18	36
GRUPA B								
ENERGETYKA	mies.	6	18	36	72	9	18	36
GAZETA CUKROWNICZA	mies.	4,5	13,5	27	54	9	18	36
GAZ, WODA I TECHNIKA SANITARNA	mies.	6	18	36	72	9	18	36
MATERIAŁY BUDOWLANE	mies.	6	18	36	72	9	18	36
MECHANIK	mies.	9	27	54	108	9	18	36
PAPIERNIK	mies.	3	9	18	36	4,5	9	18
PRZEGLĄD BUDOWLANY	mies.	9	27	54	108		18	36
PRZEGLĄD SKÓRZANY	mies.	4,5	13,5	27	54		18	36
PRZEGLĄD SPAWALNICTWA	mies.	4,5	13,5	27	54	9	19	36
PRZEMYSŁ MOTORYZACYJNY	kwart.	7,5	7,5	15	30	3	6	12
PRZEMYSŁ DRZEWNY	mies.	4,5	13,5	27	54	9	18	36
PRZEMYSŁ ROLNY I SPOŻYWCZY	mies.	7,5	22,5	45	90	9	18	36
PRZEMYSŁ WŁÓKIENNICZY	mies.	9	27	54	108	9	18	36
SZKŁO I CERAMIKA	mies.	4,5	13,5	27	54	9	18	36
WIADOMOŚCI ELEKTROTECHNICZNE	mies.	3	9	18	36	4,5	9	18
WIADOMOŚCI TELEKOMUNIKACYJNE	mies.	3	9	18	36	4,5	9	18
HORYZONTY TECHNIKI	mies.	3	9	18	36	9	18	36

DO PRENUMERATORÓW CZASOPISM TECHNICZNYCH OD NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

Z dniem 1 maja 1951 r., zgodnie z ustawą z 20. 12. 1949 r. (Dziennik Ustaw R. P. Nr 63 poz. 497) oraz rozporządzeniem Prezesa Rady Ministrów i Przewodniczącego Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego o prenumeracie i kolportażu czasopism i wydawnictw, kolportaż wszystkich czasopism technicznych zostaje przejęty przez PPK „RUCH".

W związku z powyższym prosimy prenumeratorów o dokładne zapoznanie się z nowymi zasadami prenumerowania czasopism technicznych i zastosowanie się do nich dla zapewnienia dalszego regularnego otrzymywania abonowanych czasopism.

1. Wpłata prenumeraty winna następować z góry, co najmniej na 10 dni przed rozpoczęciem okresu (kwartału, półrocza, roku).

2. Opłacenie prenumeraty za II kwartał 1951 r. wyjątkowo może nastąpić w terminie do 15 maja br. Wpłata prenumeraty zaległej oraz prenumeraty za II kwartał 1951 r. od prenumeratorów może być dokonana na dotychczasowe konto PKO odpowiedniego czasopisma.

3. PPK „RUCH" otworzył dla każdego czasopisma nowe konto, którego numer jest podany niżej. Na to konto winna być wpłacana prenumerata w przedpłacie przez wszystkich prenumeratorów od drugiego półrocza 1951 r.

4. Wpłata prenumeraty od instytucji według rachunków wystawionych przez wydawcę winna nastąpić na dotychczasowe konta PKO najpóźniej do dnia 1 czerwca 1951 r.

5. Wpłata prenumeraty od instytucji według rachunków wystawionych przez PPK „RUCH" winna następować na konta PKO, otwarte przez PPK „RUCH" dla poszczególnych czasopism.

6. Wysokość prenumeraty, zarówno normalnej jak i ulgowej, pozostaje bez zmiany. Bez zmiany pozostają również uprawnienia do korzystania z prenumeraty ulgowej.

7. Uprawnienia do prenumeraty ulgowej są następujące:

7. 1. Z prenumeraty ulgowej korzystają indywidualnie wszyscy członkowie stowarzyszeń NOT posiadający aktualną legitymację.

7. 2. Z prenumeraty ulgowej korzystają zbiorowo — przy abonowaniu co najmniej 5 egzemplarzy: a) członkowie Zw. Zawodowych przez oddział lub koło związku, radę zakładową, b) studenci wyższych uczelni przez zrzeszenia studenckie, c) uczniowie szkół zawodowych przez dyrekcję szkoły, d) członkowie klubów racjonalizatorskich przez zarząd klubu.

7. 3. Przy opłacaniu prenumeraty ulgowej indywidualnej należy przedstawiać legitymację Stowarzyszenia NOT, względnie przy wpłatach na PKO podawać Stowarzyszenie, którego jest się członkiem.

7. 4. Przy zamawianiu prenumeraty ulgowej zbiorowej w Oddziale PPK „Ruch" należy przedstawiać zaświadczenie jednej z instytucji wymienionych w p. 7. 2., przy dalszych wpłatach należy podawać nr i datę zaświadczenia upoważniającego do ulgowej prenumeraty. Przy wpłatach ulgowej prenumeraty na PKO należy podawać na blankiecie instytucję wystawiającą zaświadczenie, nr i datę zaświadczenia. Przy zamawianiu prenumeraty ulgowej po raz pierwszy zaświadczenie winno być przesłane do Oddziału PPK „RUCH".

NOWE KONTA CZASOPISM TECHNICZNYCH NOTu

Z dniem 1. V. 51 r. należy wpłacać prenumeratę za czasopisma techniczne NOT na następujące konta PKO:

Architektura	I—19870/110	PPK „Ruch", Centralna Ekspedycja, Warszawa, ul. Srebrna 12
Energetyka	III—12132/110	PPK „Ruch", Oddział Wojewódzki, Katowice, Rynek 6
Gazeta Cukrownicza	I—19871/110	PPK „Ruch", Centralna Ekspedycja, Warszawa, ul. Srebrna 12
Gaz, Woda i Technika Sanitarna	I—19872/110	„ „ „ „ „ „
Gospodarka Wodna	I—19873/110	„ „ „ „ „ „
Horyzonty Techniki	I—19874/110	„ „ „ „ „ „
Inżynieria i Budownictwo	I—19875/110	„ „ „ „ „ „
Materiały Budowlane	I—19876/110	„ „ „ „ „ „
Mechanik	I—19877/110	„ „ „ „ „ „
Papiernik	VII—10616/110	PPK „Ruch", Oddział Wojewódzki, Łódź, ul. Roosvelta 17
Poligrafika	I—19878/110	PPK „Ruch", Centralna Ekspedycja, Warszawa, ul. Srebrna 12
Przegląd Budowlany	I—19879/110	„ „ „ „ „ „
Przegląd Elektrotechniczny	V—11831/110	PPK „Ruch", Oddział Wojewódzki, Poznań, ul. Kantaka 8/9
Przegląd Geodezyjny	I—19880/110	PPK „Ruch", Centralna Ekspedycja, Warszawa, ul. Srebrna 12
Przegląd Mechaniczny	I—19881/110	„ „ „ „ „ „
Przegląd Papierniczy	VII—10615/110	PPK „Ruch", Oddział Wojewódzki, Łódź, ul. Roosvelta 17
Przegląd Skórzany	VII—10614/110	„ „ „ „ „ „
Przegląd Spawalnictwa	I—19882/110	PPK „Ruch", Centralna Ekspedycja, Warszawa, ul. Srebrna 12
Przegląd Techniczny	I—19883/110	„ „ „ „ „ „
Przegląd Telekomunikacyjny	I—19884/110	„ „ „ „ „ „
Przemysł Chemiczny	I—19885/110	„ „ „ „ „ „
Przemysł Drzewny	I—19886/110	„ „ „ „ „ „
Przemysł Rolny i Spożywczy	I—19887/110	„ „ „ „ „ „
Przemysł Włókienniczy	VII—10617/110	PPK „Ruch", Oddział Wojewódzki, Łódź, ul. Roosvelta 17
Szkło i Ceramika	I—19889/110	PPK „Ruch", Centralna Ekspedycja, Warszawa, ul. Srebrna 12
Technika Lotnicza	I—19890/110	„ „ „ „ „ „
Technika Morza i Wybrzeża	XI—55407/431	PPK „Ruch", Oddz. Wojewódzki, Gdańsk, ul. Marynarki Polskiej 14
Technika Motoryzacyjna	I—19891/110	PPK „Ruch", Centralna Ekspedycja, Warszawa, ul. Srebrna 12
Wiadomości Elektrotechniczne	I—19892/110	„ „ „ „ „ „
Wiadomości Telekomunikacyjne	I—19893/110	„ „ „ „ „ „

Redaktor naczelny inż. Tadeusz Czaplicki. — Wydawca Naczelna Organizacja Techniczna. — Adres Redakcji i Admin.: Warszawa, Czackiego 3/5. — Rękopis otrzymano dnia 17. 5. 51. — Podpisano do druku 15. 7. 51. — Ukończono druk dnia 24. 7. 51 — 72 str., A4 pap. ilustr. kl. A, 61×86, 90 g; 4500 egz.

Zakłady Graficzne im. Marcina Kasprzaka w Poznaniu — 1735/7/51 — K-2-15202